7996

INTRODUCTIO
AD
VERAM ASTRONOMIAM,
SEU
LECTIONES ASTRONOMICÆ
Habitæ in Schola Aſtronomica
ACADEMIÆ OXONIENSIS

Authore *JOANNE KEILL*, M. D.
Aſtronomiæ Profeſſore Saviliano. R. S. S.

Editio Secunda, multo Auctior & Emendatior.



12 B 2

LONDINI:

Impenſis G. STRAHAN ad Inſigne Pilæ Aureæ è regione Excambii Regii & GUL. MEARS ad Inſigne Agni extra Templi Pomœria. M.DCC,XXI.

27

MVSEVM
BRITAN
NICVM

Nobiliſſimo & Honoratiſſimo

Dno. Dno. JACOBO DUCI DE CHANDOS,

MARCHIONI ET COMITI DE

CARNARVON.

CUM inter Mathematicæ Scientiæ ſtudia primas merito ſibi vindicavit, & obtinuit Aſtronomia; Felicitati illius tribuam, an virtuti Hominum;

quod in omni ætate & populo, primarios Principeſque viros, præ cæteris longe diſciplinis, ſortita fuerit fautores? Digneris itaque, Vir Nobiliſſime, in hujuſce libri Patrocinium vocari, quem ſi parum tibi commendat, aut operis, aut Auctoris meritum, id abunde compenſabit Argumenti Dignitas. Cujus enim Tutelæ potius ſe committat Aſtrorum deſcriptio, quam illius viri, qui, ſi ſapientiam ſpectemus, inter eos primus eſt qui *Aſtris dominantur?* Ad quem potius confugient Noſtra hæc de Cœli ſiderumque motibus Tentamina, quam ad virum Cœleſtis iſtius Regis obſervantiſſimum, qui *numerum ſolus novit & Stellarum nomina?*

Tu

DEDICATIO.

Tu nimirum inter pauciſſimos unus es, cui Sacrorum Adminiſtratio ita imprimis eſt curæ, ut proprii tui ipſius Domicilii non ante jaceres fundamenta, quam Templum pulchre inſtauratum Deo conſecraveris. Neque interim de cultu minus quam de Templo adornando ſolicitus, Pietatis officium excitaſti Muſicæ adminiculo, & Harmonicum induxiſti chorum, Sphærarum, pene dixerim, concentibus æmulum.

Te omnes, Vir Inſigniſſime, cum admiratione intuentur, & dum virtutes imitari contendunt, aſſequi deſperant. In Publicis negotiis obeundis

quis acutior? In rebus Domeſticæ vitæ diſponendis quis expertior? In Rationibus computandis & exigendis providus & frugalis. In pecuniis erogandis liberalis, in Largiendis Magnificus.

Ita de literis, ſimul & literatis præclare, meritus es, ut dum optimarum Artium ſtudio Animum penitiſſime excolis, earundem Artium ſtudioſis, materiam pariter & incitamentum ſubminiſtres. Ita illius præcipue Scientiæ, cujus Elementa tibi offero, utilitati proſpicis & incremento, ut in pulcherrimo, quod jam extruis, Ædificio, ſplendide curaveris, ne vel *Aſtronomicis Speculatoribus* locus peridoneus, vel aptiſſima

tissima observatoribus desiderentur instrumenta.

Stupendum itaque illud, & per universum orbem mirabile Telescopium, quod Societati apud Anglos Regiæ donavit illustrissimus *Hugenius*, unanimi omnium consensu, in vestras Ædes transferendum, ibique asservandum decernitur. Neque enim Clarissimi illi viri dignius excogitare poterant Hugeniana Machina Domicilium, aut Digniorem Chandosano Domicilio Machinam.

Quod si opusculum hoc inter pretiosa Musei Tui ornamenta; inter Constellationes Stelliculam, collocare non dedigneris, utcunque proprii &

nativi luminis nihil præ se ferat, mutuatitia satis luce splendebit, & Reflexis illustrabitur Radiis.

Illustrissimæ Meritissimæque

Dignitatis, Nobilitatis,

& Magnitudinis Tuæ

Observantissimus Cultor,

JOAN. KEILL.

PRÆFATIO.

INTER alia, quæ benigniſſimus Deus humano generi multiplicia impertivit dona, illuſtria imprimis illa ſunt, quæ in artium & diſciplinarum cognitione conſiſtunt; & inter Artes & Diſciplinas, ut Antiquitate & Voluptate, ita & Utilitate non poſtremum locum tenet Aſtronomia; quæ mirabilem naturæ Harmoniam, (qua rerum omnium creatarum compages & machina conſtructa conſtituitaque cohæret) perſcrutatur & obſervat; Corporum cœleſtium motus, motuumque momenta, vireſque unde oriantur, trutinat & penſat. In hac ſcientia magni Heroes à primis ſtatim mundi incunabulis ſibi imprimis elaborandum duxerunt. Adeo ut Aſtronomia ſemper fuit Regum & Imperatorum Doctrina; unde Chaldæi, Magi, & Philoſophi plurimum auctoritate & gratia, apud priſcos Reges valuerunt, quos utpote in Divina ſiderum ſcientiâ inſtruebant: abſurdum enim eſſe, turpeque cenſebant hi Reges, mundo imperare, & quid ſit mundus neſcire.

Aſtronomia Regum & Heroum ſcientia.

Aſtronomiæ præſtantia exinde patet, quod nulla eſt lumine naturæ nota ſcientia, quæ ad cognitionem Summi & Omnipotentis, Dei Cæli Terræque conditoris, magis nos ducit, nulla ſolidiora adminiſtrat argumenta, quibus ejus Exiſtentia demonſtratur, quam ea: non aliun-

Aſtronomia Religioni maxime inſervit.

de magis evincitur Dei Potentia, ſummaque Sapientia, quam ex ſiderum motuumque Cæleſtium contemplatione. Cœli enarrant Gloriam Dei, & Firmamentum annunciat opera manuum ejus, *inquit ſanctiſſimus Rex & Propheta David; & rurſus:* Annunciarunt Cœli Juſtitiam ejus, & viderunt omnes populi gloriam ejus.

Cicero de Natura Deorum. lib. 2.

Sed & Marcus Tullius Cicero *rationis tantum lumine ductus in hanc ſententiam devenit.* Nihil, *inquit*, poteſt eſſe tam apertum, tam perſpicuum, cum Cælum ſuſpeximus, Cæleſtiaque contemplati ſumus, quam eſſe aliquid numen præſtantiſſimæ mentis, quo hæc reguntur. *Nihil certe magis rapit animos hominum in Dei admirationem, reverentiam & amorem, quam tot tantaque corpora & lumina cæleſtia, quæ viſui pulcherrima, & intellectui jucundiſſima ſunt. Eorum obviationes ad invicem, motus ordinatiſſimi, certiſſimæ & determinatæ Circulationes, divinituſque præſcriptæ Reverſionum leges in concinnitate admirabili, ſummam Dei potentiam, ſapientiam, bonitatem & providentiam manifeſtant. Quibus præceptis, ad Univerſi hujus Auctorem & Conditorem, admirandum, venerandum, ſemperque celebrandum impellimur.*

Aſtronomiæ Jucunditas & Certitudo.

Præterea Aſtronomia mentes hominum tot ſublimibus ſpeculationibus, de tot tantiſque, tamque longe diſſitis corporibus, mirifice delectat, & ſummâ jucunditate recreat. Hinc canit Ovidius,

Fælices Animæ, quibus hæc cognoſcere primum
Indique Domus ſuperas ſcandere cura fuit.

Credibile

Credibile eſt illos pariter, vitiiſque jociſque
Altius humanis exeruiſſe caput.
Non Venus & vinum ſublimia pectora fregit,
Officiumque fori, Militiæque labor.
Nec levis ambitio, perfuſaque gloria fuco,
Magnarumve fames ſollicitavit opum.
Admovere oculis diſtantia ſidera noſtris,
Ætheraque ingenio ſuppoſuere ſuo.

Sic etiam Virgilius.

Felix qui potuit rerum cognoſcere cauſas,
Atque metus omnes, & inexorabile fatum
Subjecit pedibus.

Aſtronomiæ Perfectio.

Aſtronomia, certitudine & evidentia demonſtrationum, ne quidem Geometriæ cedit. Uſu latiſſime patet, & amplitudine ſubjecti per omne mundanum ſpatium diffunditur. Nam inter ſcientias arteſque omnes liberales, nulla eſt, quæ aut plura, aut majora, aut longius diſſita contemplatur objecta, quam Aſtronomia, ſed nulla quoque eſt in qua pauciores adhuc reſtant reſolvendi nodi, nulla in qua minores ſuperſunt eximendi ſcrupuli, nulla ad perfectionis culmen proprius perducta eſt, quam Divina hæc ſcientia.

In reliquis pleriſque diſciplinis, quidam inextricabiles occurrunt Labyrinthi; eas non parvæ premunt difficultates, multæ interjectæ reperiuntur nebulæ mentis aciem obtundentes, & denſa caligine involventes, quæ ulteriorem inveſtigationem prohibent. At corporum cæleſtium motus nunc certo cognoſcuntur, motuumque cauſæ demonſtrantur, Phænomenonque rationes percipiuntur.

Minimarum

Minimarum quarumcunque ſtellarum, quarum diſtantia eſt immenſa, tam Longitudines quam Latitudines, ſeu in cælis loca nunc dierum accurate habentur, & in Catalogis inſeruntur. At Geographia interim nobis paucarum urbium Longitudines & Latitudines certo oſtendit; adhuc reſtant multæ Terræ incognitæ, plurimæ inexploratæ regiones, & plurium earum, quæ majores appellantur Continentes, vix quicquam præter littora nobis innoteſcit, & quod mirum forte videbitur, locorum poſitiones, in exiguis, & maxime notis, utpote peragratis atque luſtratis provinciis, incertæ admodum ſunt, ut ex mappis, ſeu chartis Geographicis ſibi invicem contradicentibus manifeſtum eſt.

Prædicunt Aſtronomi, in multa futura ſecula, Solis Lunæque defectus, Planetarum Conjunctiones, Oppoſitiones, atque Aſpectus qualeſcunque mutuos, & quæ futuræ ſunt ſtellarum omnium à Polo diſtantiæ, quamvis corpora hæc immenſo à nobis & à ſe invicem locentur intervallo. In Meteorologicis interea peritiſſimus ne divinare quidem poteſt, qualis futurus ſit craſtino die noſtræ Atmoſpheræ ſtatus, quæ ad pauca tantum paſſuum millia extenditur; num ſcil. facies cæli ſerena aut pluvioſa ſit futura, aut ex qua regione ſpiraturus ſit ventus; nec adhuc notum eſt, à quibus cauſis ejuſmodi oriuntur effectus.

Philoſophorum nemo figuras minutiſſimarum materiæ particularum hactenus perſpexit; aut vulgatiſſimæ cujuſvis herbæ texturam, formam internam, partiumve compoſitionem detexit; nec Medicus quiſquis eſt, qui rationes virtuum &, operationum

operationum, quas in corpora humana exercent medicamenta indagavit. Immo in corporibus animatis & vegetabilibus, Fons & Principium motus inſcrutabile eſſe videtur, & myſterii inſtar à noſtro ſenſu & intellectu longiſſime diſjunctum, nec fortaſſe ad ejus cognitionem plenam perfectamque ſumus unquam perventuri. Sed longe alia eſt Aſtronomorum ratio, quibus id datur negotii, motus corporum cæleſtium, non eorum naturas contemplari, & Phœnomenôn, quæ ex motu oriuntur rationem reddere. Hi non tantum determinant quales quantique ſunt illi motus; Sed deſcribunt ſemitas, per quas in immenſis ſpatii regionibus, feruntur errantes Cometæ. Proprietates orbitarum Geometricas, & legem immutabilem cui in lineis peragrandis ſemper obſequuntur, declarant. Nec Aſtronomos latet, in qua ſpatii parte, & in quibus temporibus, Planetæ ſinguli longiſſime à Sole decedunt; minimamque caloris atque luminis partem ab eo recipiunt. Unde rurſus digredientes, Sol ipſorum motus continuo accelerat, eoſque verſus ſe trahit, donec ipſos ad ea ſpatii puncta perduxerit, ubi maxime propinquos, maxime etiam perfundit luce, & gravitate ciet.

Hæc pleraque præcedentis Sæculi magiſtris innotuere; ſed in noſtra tandem ætate, & in noſtra Britannia, exortus eſt vir plane Divinus Iſaacus Newtonus, *qui præter alia inventa innumera, originem & fontem motuum cæleſtium recluſit, & legem illam Catholicam deprehendit, quam Omnipotens & Sapientiſſimus Creator per totum univerſæ Naturæ Syſtema diffudit. Scil. quod Corpora omnia ſe mutuo trahunt;*

hunt; in reciproca distantiarum à se invicem ratione duplicata.

Hæc Lex quasi ligamentum Naturæ, & principium illius quæ universalem rerum Fabricam conservat unionis, tam Cometas, quam Planetas in propriis orbitis & intra limites datos detinet, prohibetque ne ulterius à se invicem recedant, & in spatia infinita excurrant; uti foret si corpora vi tantum insitâ moverentur.

Eodem viro monstrante, nobis innotuit lex, quæ regit & temperat motus cæleſtes, orbitis limites ponit; Planetarum longissimos excursus & accessus ad Solem maxime propinquos, determinat. Huic incomparabili viro debetur, quod novimus, unde fit, ut tam constans & regularis proportio semper observetur, inter Planetarum Periodos atque eorum à Sole distantias, & cur motus cæleſtes in tam pulchra, tamque mirabili Harmonia peraguntur & semper conservantur. Perpensis motuum legibus, & probe trutinatis; ex iis novam Lunæ Theoriam construxit Newtonus, *quæ omnibus ejus inæqualitatibus accurate satis respondet; qualem quidem antea sperare nemini licuerit; ex illa enim Theoria computatus Lunæ locus vix sensibili quantitate, plerumque ab observato differt; ut inde navigantibus nova emergere possit spes, inveniendi in mari Longitudinem loci ubi navis versatur, quod est Problema maxime desideratum.*

Nihil est quod Humani intellectus vim atque penetrationem magis demonstrat, quam magna hæc & mirabilia inventa, non alio certius

tius modo, Mundanæ Machinæ portentoſam molem, animo comprehendere poſſumus, aut opificii Divini ſtupendam pulchritudinem rectius æſtimare, & ſapientiam admirari valemus, quam per Divinas haſce leges nunc tandem repertas. Eæ nobis repræſentabunt magnificam & nobilem Mundani Syſtematis imaginem. Hinc diſcimus, Terram hanc, quam nos colimus, exiguam admodum eſſe, & vix notabilem totius ſplendidiſſimæ fabricæ partem; Cum fere infiniti ſint mundi, Entis ſummi & omnipotentis operâ producti, qui noſtro habitaculo ſunt longe majores, in quibus diſponendis & regendis, Potentiam & Sapientiam infinitam Ens illud ſupremum exerceat. Qui dixit, Pſal. 148
& facti ſunt cæli, ipſe mandavit & creati ſunt. Statuit eos in æternum, iis legem dedit, quam tranſgredi nequeunt.

Sed nec Aſtronomiæ uſus ſolummodo in excolendis animi viribus, & dulciſſima rerum, quas ſpeculatur cæleſtium contemplatione perſpicitur, Aſttonomiæ uſus in aliis artibus,
ſed latius patet, & artibus & diſciplinis maximo eſt adjumento; Quibus enim in tenebris errarent Geographus & Chronologus, Aſtronomiæ luce deſtituti? Aſtronomiâ duce, Telluris figuram, & magnitudinem, locorum ſitum & diſtantias inveſtigamus; illius auxilio certam anni menſuram, & res geſtas ſecundum temporum ſeriem diſpoſitas ſignamus. Ex hiſce ſatis intelligitur, quam utilis humanis rebus ſit Aſtronomia, ſine qua, nec Geographiæ *nec* Chronologiæ, *& proinde nullus quoque eſſet Hiſtoriæ locus.* In Geographia & Chronologia.

Sed

In Navigandi Arte.

Sed inter omnes, quas promovet, Scientias Aſtronomia, non alia plus ex ea incrementi cepit quam Navigatio, *cujus beneficio, per vaſtum Oceanum Iter non ævium tenentes, ultimas terrarum oras inviſunt naves noſtræ. Hinc mutui commercii exurgunt commoda; & quicquid aliæ Terræ vel pretioſum vel delectabile ferunt, id omne ſine eâ qua laborant illæ, caloris aut frigoris intemperie, nos domi manentes excipimus, Navigationis peritiæ debetur illud, quod ſibi vendicat* Britannia, Oceani Imperium, *nec ulla gens à littoribus noſtris tam remota eſt, quam non ab injuria noſtris hominibus inferenda, deterreat Armata* Britannica *Claſſis.*

Aſtronomiæ antiquitas, & primi Aſtronomi.

Ut Ars navigandi magna ex parte pendet ab illa quam de aſtrorum motibus habemus, Scientia; Ita vehemens, quæ Reges & Principes inceſſit cupido, longinquas & ignotas explorandi regiones, eos impulit ad Aſtronomiam diligenter excolendam. Primus & Nautarum maximus fuit Neptunus, *qui ob artem ſuam, Oceani Deus celebratur; cujus filius* Belus *Aſtronomiæ peritus, ejus ope incolas ex Lybia in Aſiam traduxit. Ubi Collegia Aſtronomorum inſtituit. Nam* Diodorus Siculus *in in Hiſtoriarum libro primo, parte ſecunda, ita ſcribit.* Tradunt, inquit, Ægyptii, Belum, Neptuni Lybiæque filium colonos traduxiſſe, in Babyloniam, qui Sacerdotes (hos Babylonii Chaldæos vocant) inſtituit qui more Ægyptiorum aſtra obſervarunt. *Ante hunc vero vixit* Atlas Mauritaniæ *Rex, Aſtronomiæ ſcientiſſimus, qui de Sphæra primus*

inter

inter homines disputavit; Unde in Æneide, Virgilius *introducit Iopam canentem ea quæ tradidit Atlas.*

Docuit quæ maximus Atlas,
Hic canit errantem Lunam, Solisque labores.

Sic Uranus quoque Rex istius populi (qui incolunt terras juxta littus oceani Atlantici sitas) ob peritiam in motibus cælestibus à Diis originem traxisse perhibetur. Zoroaster *apud Persas, Philosopus ut Astrorum scientissimus ab omni antiquitate celebratur. Talis enim apud antiquos fuit hujus Artis Honos, atque Dignitas, ut cum eâ maxime delectarentur Reges, Regia Scientia appellabatur. Reges enim in* Africa *&* Syria *primi eam invenere, & excoluere; idque longe ante quam quidquam de ea,* Græcis *innotuit, ut agnoscit Plato in* Epinomide. Primus, inquit, harum rerum spectator Barbarus fuit. Antiqua enim Regio illos alluit, qui propter æstivi temporis serenitatem, primi hæc inspexerunt, talis Ægyptus & Syria fuit, ubi stellæ omnes clare cernuntur, quoniam cæli conspectum, nec pluviæ intercipiunt, nec nubes: Quoniam vero magis quam Barbari ab æstiva distamus serenitate, horum siderum ordinem tardius intelleximus. *Sic etiam* Lucianus, περὶ ἀστρολογίας *narrat,* Æthiopes primos ad cælestes motus attendisse, qui luminarium causas scrutati, Lunam propriâ luce carere, & à Sole mutuari cognoverunt. *Hoc certum est, Astronomiam à primis fere mundi initiis, ab orientalibus terræ populis fuisse excultam: Nam si Porphyrio credendum sit. Captâ per Alexandrum magnum Babylone, Calysthenes,*

Calysthenes, rogatu Aristotelis, transtulit ex ea urbe in Græciam observationes fere duo millia annorum; Plinius *etiam in Historia naturali scribit, quod Epigenes docet, fuisse apud Babylonios observationes septingentorum & viginti annorum, coctilibus laterculis inscriptas;* Et Achilles Tatius *in principio Isagoges ad Arati Phænomenon,* Ægyptios *primos omnium tam cælum quam terram esse dimensos, ejusque rei Scientiam, columnis incisam, ad posteros propagasse;* Chaldæi *tamen hujus inventi decus ad se transferunt; Idque Belô tribuunt. Ab* Ægypto *omnem doctrinam suam Astronomicam hausernnt* Græci. *Nam agnoscit Laertius, Thaletem, Pythagoram, Eudoxum & alios multos, illam adiisse regionem ut in Mysteriis Scientiæ Sideralis initiarentur; Hi non tantum inter Primos, sed & maximos Græciæ Philosophos extitere; & ab eodem discimus, quod qui in ea Regione diutius morabantur; post reditum in Patriam, celeberrimi fuere ob Geometriæ & Astronomiæ peritiam; Sic* Pythagoras, *qui septem annos in Sacerdotum consortio apud* Ægyptios *vixit, & in ipsorum Sacris fuit initiatus, præter multa Geometrica, domum secum attulit verum mundi Systema, primusque in* Græcia *docuit Tellurem atque Planetas circa Solem tanquam centrum revolvi, motum autem Solis & Stellarum fixarum diurnum non realem esse, sed apparentem, ortum ex motu Terræ circa Axem. Tum temporis nemo pro Philosopho habebatur, qui Mathematicis Scientiis non fuit optime instructus.*

Astronomia postea neglecta.

At cito neglectæ jacuerunt hæ Scientiæ, Philosophi enim posteriores à prioribus multum degeneres,

generes, tempus in tricis & nugis terebant: omisso quippe scientiarum sublimium studio, sophismata quærebant, quibus sibi & sensui hominum communi imponere volebant, verum etiamsi à Philosophorum vulgo, in exilium acta est Astronomia, à quibusdam tamen (paucissimis licet) recepta & exculta fuit, præcipue in Schola Pythagorica, quæ per multos annos in Italia *floruit, in qua extiterunt magni viri* Philolaus & Aristarchus Samius. *In Ægypto quoque Reges Ptolemæi, maximi Literarum Patroni, Scholam Astronomicam* Alexandriæ *fundaverunt; ex qua etiam prodierunt magni & celebres Astronomi, quorum Princeps fuit Hipparchus, qui referente Plinio,* ausus est etiam rem Deo improbam annumerare posteris stellis, cælo in hæreditatem cunctis relicto; *Hic utriusque sideris defectus in sexcentos annos præcinuit. Super Hipparchi observationibus, ædificata est magna illa & pretiosa Ptolemæi Syntaxis; nam ab iis deduxit Æquinoctiorum præcessionem, & Theorias motuum Planetarum.*

Ægypto per Arabes debellata, & Alexandria capta, Victores Astronomiam, aliasque Artes liberales in suum receperunt patrocinium, & quamplurimos scientiarum libros ex Græcia, in proprium sermonem verti curaverunt.

Ex Africa in Hispaniam transeuntes Arabes, ibique cum occidentalibus Europæis commercia exercentes, Astronomieæ quoque artis cognitionem iis tradiderunt; cum hæc ante in Europa fere obliterata latuisset. Jubente itaque Imperatore Frederico *secundo*

circa annum Christi 1230, *Ptolemæi* Syntaxis magna *ex Arabica in linguam Latinam translata est.*

Post illud tempus à maximis viris, atque summis Philosophis exculta est Astronomia, inter quos eminent Alphonsus Castellæ Rex, *ob tabulas, ex ipsius nomine* Alphonsinas *dictas, semper celebrandus;* Nicholaus Copernicus *non tantum diligens observator, sed & Systematis Pythagorici antiqui Restaurator.* Willielmus Princeps, Hassiæ Landgravius, *qui Quadrantes & Sextantes prioribus longe majores ad altitudines & distantias syderum dimetiendas adhibuit. Hujus principis observationes editas à Snellio habemus. Dominus* Henricus Savilius *tam in Astronomia quam in Geometria peritissimus, vir à nobis maxime honorandus, qui professionem nostram Astronomicam, Sociamque Geometricam, in Academia* Oxonienſi *fundavit, ampliſque stipendiis donavit; cujus memoria ob hæc & alia plura in rem literariam collata beneficia, gratissimo animi affectu semper est celebranda.* Tycho Braheus *nobilis* Danus, *seculi sui Atlas, qui observandi peritia, omnes qui ante ipsum extiterunt vicit; instrumentorum suppellectili Reges omnes & Principes longe superavit: Is Catalogum fixarum* 770. *quam diligentissime observatarum edidit* Joannes Keplerus *Astronomus optimus, laboribus Tychonis fretus, Systema mundi, legesque motuum veras adinvenit, & Astronomiam in immensum auxit. Ejus opera orbi literato sunt notissima, & ampliſſimas auctoris laudes prædicant.* Gallilæus Gallilæi Lyncæus, *qui tubi optici beneficio, nobis plurima*

plurima nova cæli Phænomena patefecit; Comites Jovis eorumque motus, Saturni phases varias, luminis incrementa & decrementa, quæ Venus subiit; Lunæ superficiem inæqualem, & montibus asperam; Solares maculas, & Solis circa Axem revolutionem, primus demonstravit. Non dies integra sufficeret, si debitis cum laudibus nominarem Hevelium, *qui Catalogum fixarum Tychoniano longe ampliorem ex propriis observationibus eddidit; Illustrissimos viros* Hugenium *&* Cassinum, *qui primi Saturni Comites & annulum conspexere;* Gassendum, Horoxium, Bulialdum, Wardum, Ricciolum, *aliosque plures magni nominis Astronomos. Quos tamen ob maxima in rem Astronomicam merita, antecellit vir celeberrimus* Edmundus Halley, *hujus Academiæ Geometriæ Professor Savilianus, Collega meus amicissimus, cujus laboribus non parva debentur Astronomiæ incrementa. In hoc viro, quod nescio an alii mortalium ulli præterea contigerit, elucet summa in Astronomia Practica Habilitas, cum præcellenti rei Geometricæ Scientia conjuncta. Quod per Tabulas Astronomicas, quas brevi nobis daturus est manifesto patebit, hæ enim alias omnes ante editas, vel posthac forsan edendas, longe antecellunt.*

Alios quam plurimos, nisi longum foret, possum commemorare nostrates, qui de Astronomia optime meriti sunt. Sed prætereundus non est Joannes Flamstedius *Astronomus Regius, qui indefesso labore, per triginta & plures annos continuato, cælo invigilavit, innumeras observationes de Sole, Luna & Planetis, amplissi-*

mis

mis inſtrumentis exquiſita arte diviſis, & tubo optico inſtructis, factas conſignavit. Unde hujus Aſtronomi accuratis obſervationibus magis fidendum erit, quam aliorum ante illum, qui oculo inermi ſidera intueri aggreſſi ſunt. Compoſuit præterea Flamſtedius, Catalogum Fixarum Britannicum, *in quo exhibentur ter mille Fixæ; hoc eſt, fere duplo plures quam quæ in Catalogo proſtant* Heveliano, *quibus ſingulis adjunxit propriam Longitudinem, Latitudinem, Aſcenſionem Rectam, Diſtantiam à Polo, cum Variatione Aſcenſionis Rectæ & Diſtantiæ à Polo, dum Longitudo uno gradu mutatur. Hiſtoriam Cæleſtem Britannicam, quæ utrumque Opus, obſervationes ſcil. & Catalogum complectitur, brevi, ut audio, editurus eſt ipſe* Flamſtedius.

Inter tot Aſtronomiæ adjumenta & lumina, deſiderabatur adhuc Univerſa quædam & conſummata Cæleſtium Phænomenon Theoria, ſecundum rerum veritatem cauſaſque Phyſicas explicata, & in unum corpus redacta; quam magno eruditorum omnium plauſu abſolvit tandem & in lucem edidit, Clariſſimus Dominus Gregorius, *inſigne noſtræ Profeſſionis decus, & Præceptor meus mihi ad extremum vitæ Spiritum gratiſſima uſque memoria recolendus, cui ſi quid ego in hiſce ſtudiis profecerim id illi omne acceptum refero.*

Interim fatendum eſt, opus illud Gregorianum, *minus videri ad diſcentium captum accommodatum; multa enim complectitur quæ reconditioris Geometriæ cognitionem poſtulant, qualem in Tyronibus raro reperire licet, qui tamen*

men in Aſtronomiæ elementis poſſunt inſtrui. Præterea ubique mixtim traduntur motus cæleſtes, cum ipſorum cauſis Phyſicis, quæ duæ res, ſimul à Tyronibus addiſcendæ, eorum mentes nimium diſtrahunt, & doctrinam difficilem reddunt; unde ego ſatius duxi, motus primum explicare, & Phænomenon quæ ex iis oriuntur rationem reddere, quibus perſpectis, facilior ad Phyſicam ſit tranſitus.

In hunc finem, ſequentes compoſui Lectiones, quas in Schola Aſtronomica, prout officii mei ratio poſtulabat, habui, in quibus imprimis operam dabam, ut motus cæleſtes perſpicue quantum poſſim explicentur, & Phænomenôn inde orientium rationes reddantur; eorum maximè, quæ paucarum in Geometria propoſitionum ſubſidio intelligi poſſunt. Ideoque conſulerim, ut Tyrones qui Aſtronomiam addiſcere cupiunt, Euclidem *ante oculos ponant, eumque adeant, quoties Propoſitiones aliquas à nobis citatas inveniunt. Sunt autem Propoſitiones numero perpaucæ, quales ſunt Prop.* 13, 15, 27, 28, 29, 32, 47, *Elementi primi. Item* 16, 18, 20, 31, 35, 36, 37. *Elem. Tertii. Item* 4, 5, *&* 6, *Elem. ſexti. Optamus quoque, ut Tyrones in Trigenometria Planâ, & Sphærica probe inſtructi ſint; Quod ſi ſint aliqui, qui principia Aſtronomica addiſcere volunt, & tamen Trigonometriam neſciunt; quales futuri ſunt, ut credo, plures, ab illis hæc poſtulamus concedi. Nempe, quoniam in omni triangulo tam Sphærico quam Plano ſint tres anguli & tria latera: horum ſex, datis tribus quibuſvis, quorum in triangulo rectilineo unum ſit latus,*

latus, reliqua inveniri possunt; quod docet Trigonometria, cujus usus in Astronomia latissime patet, ejusque auxilium ubique conspicitur.

Sunt præterea quædam in nostra Astronomia, quæ penitiorem in Geometria cognitionem desiderant; qualia sunt quæ de Theoriis Planetarum Ellipticis, à Keplero *inventis, tradidimus. Sed Tyrones, qui de particularibus hisce, sunt minus solliciti, possunt ea præterire. Rogo etiam Tyrones, qui parum in Astronomia antea versati sunt, ut post explicatas in Lectionibus* XI. *&* XII. *generales Eclipsium causas, reliqua relinquant, & postquam rite satis instructi fuerunt in Doctrina Sphærica in Lect.* XIX. *&* XX. *à nobis tradita, denuo eadem repetant. Qui nostra hæc prius intellexerint, possunt optimo cum fructu eximium illud* Gregorianum *opus legere, & causas motuum Physicas exinde addiscere.*

In gratiam potissimum Juventutis Academicæ has Lectiones edendas curavi, qui per eas semel in Schola recitatas minus proficere valent. Unde mihi reservo potestatem eâsdem iterum, quoties visum fuerit, in Scholâ habendi, ubi siquid in illis obscurius dictum sit, dabo operam ut illud in clariore luce exponatur. Auditores autem nostri hoc pacto, ubi semel nostras Lectiones perlegerint, quotiescunque easdem denuo publice recitatas audiant, possint de locis difficilioribus & minus intellectis nos consulere, & dubia sua proponere, prout Statuta nostræ Academiæ requirunt.

Lectiones Astronomicæ

LECTIO I.

De Motu visibili seu Apparente.

ASTronomiæ elementa traditurus, corporumque longissime dissitorum motus, motuumque Phænomena explicaturus, ut ea omnia à Tyronibus melius intelligantur, necessarium duxi quædam in genere de motu visibili seu apparenti præfari.

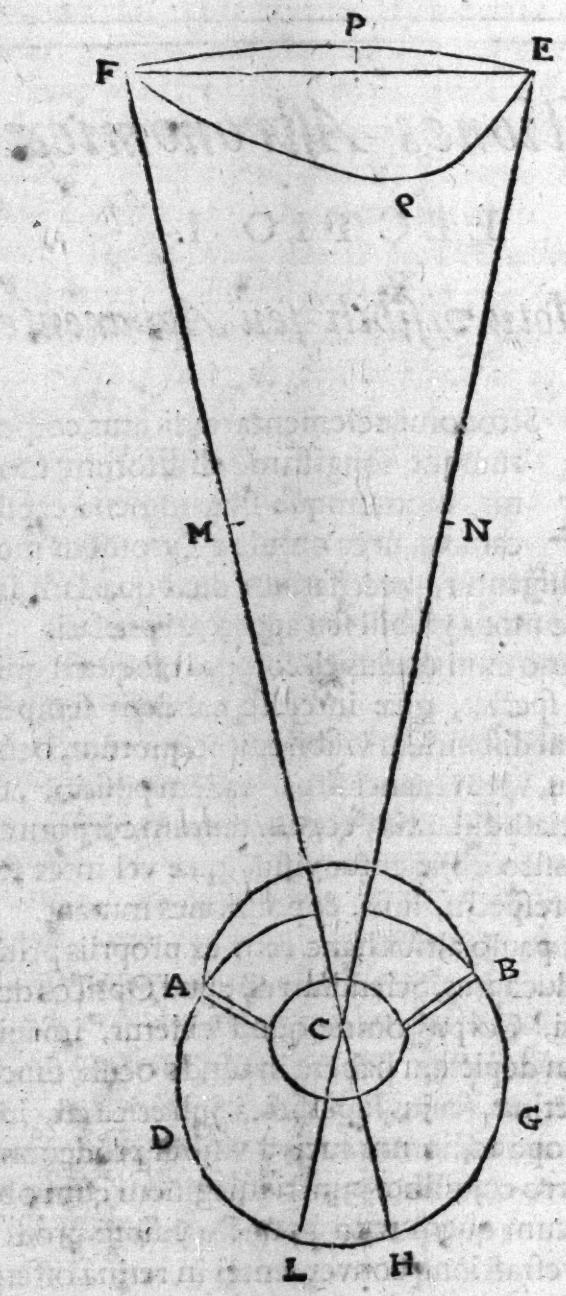
Quæ corpora quiescere videntur.

Et primo cum oculus ea corpora tanquam quiescentia spectat, quæ inter se eandem semper conservant distantiam visibilem, & quorum, oculi respectu, idem manet situs, eadem positio, atque invariata distantia; eorum tantum corporum motus nostro objicientur visui, quæ vel inter se, vel oculi respectu, situs, & positiones mutant.

Quæ moveri.

Vel ut paulo altiùs hanc rem ex propriis principiis deducamus, Sciendum est apud Opticos demonstrari, Corpus omne quod videtur, imaginem suam depictam habere in fundo oculi, super tunica Retinæ, cujus superficies Sphærica est, idque fieri ope radiorum lucis à visibili prodeuntium. Porro cujuslibet puncti imaginem eum obtinere locum quem radii à puncto visibili prodeuntes & refractione convergentes in retinâ offendunt. Portio peripheriæ A B anteriorem oculi

Quomodo fit visio.


P
F
E
ρ
M
N
A
B
C
D
G
L
H

ſuperficiem repræſentet, cujus fundus ſeu Retina ſit D G, illa ſcil. tunica quam extremitates nervi optici componunt, atque oculi centrum ſit C. imago puncti F erit in recta F C H atque ideo in puncto H. ſicut imago puncti E erit in L; Radii enim lucis à pellucidis oculi tunicis atque humoribus ita refranguntur, ut qui ex F proveniunt ad H convergant, & qui à puncto E digrediuntur in L conveniant, & in iis locis vellicatis nervis, ſenſationem viſus excitabunt.

Hæc res experientiâ certa & explorata eſt. Nam ſi hominis recens defuncti, aut illius defectu bovis oculus è capite evellatur; ablatâ opacâ Choroidis membranâ, quæ cerebro obverſa eſt, ut remaneat ſolum tenuis & pellucida ſatis Retinæ tunica, ſi hic oculus feneſtræ vel objecto cuivis fortiter illuſtrato obvertatur, non ſine voluptate aut forſan admiratione picturam quandam in eo videbimus, objectum extra poſitum ſcite ſatis imitantem. Eadem conſpicientur phænomena ſi loco oculi capiatur lens vitrea convexa, ea enim feneſtræ obverſa, objectorum lucidorum imagines, chartâ albâ ad debitam diſtantiam pone locatâ, exhibebit.

Si itaque puncti F imago H in eadem retinæ parte maneat immota, oculo etiam immoto, punctum F ut quieſcens habebitur. Quod ſi punctum illud F ad E deferatur, ejus imago in fundo oculi diverſas retinæ partes ſucceſſive percurrendo & ſpatium L H deſcribendo ſenſationem motus excitabit. Et ſi punctum illud longinquum ſit, motuſque factus fuerit in plano trianguli F C E Spectator magnitudinem apparentis motus per angulum F C E æſtimabit. *Quomodo motus oculis percipitur.*

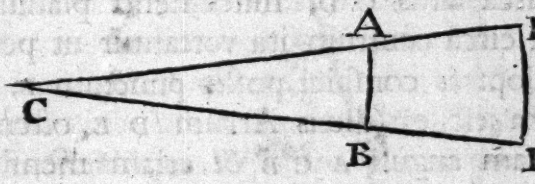
Si in linea C F aliud sit visibile M etiam longinquum, quod motu suo ad N deferatur, motus ejus visibilis idem erit qui fuit puncti F; cum imaginis utriusque eadem sit semita, idemque motûs vestigium in oculi fundo cernitur. Si visibile M per rectam M F ad F feratur motus ille spectatoris aciem fugiet, quoniam puncti istius imago in H, in eadem retinæ parte immota manet. Et quotiescunque corpora longinqua moveantur in rectâ aliquâ per oculi centrum transeunte, eorum motus non erunt visu observabiles; nec aliâ ratione de istiusmodi motibus constabit, quam ex aucto vel diminuto visibilium splendore, & magnitudine apparente. De objectis longinquis hic loquor, nam si propinqua sint, etsi in rectâ lineâ per oculum transeunte moveantur, possumus tamen de eorum motu judicare, per mutationem sitûs, & distantiæ ad alia corpora, quorum positiones & distantiæ sunt notæ. Quin etiam qualiscunque fuerit mobilis semita in plano E C F sive motus sit in recta F E sive in arcu circulari F P E sive in alia quacunque curva F Q E ad lineam E C deferatur idem semper conspicietur motus, eodem manente angulo F C E, aucto autem vel diminuto illo angulo augebitur vel minuetur motus visibilis qui proinde per angulum illum tantummodo mensurari potest.

Angulorum mensura.

Quo itaque motus corporum apparentes definiantur, Methodus tradenda est, quâ Geometræ & Astronomi angulorum mensuras investigant, quæ licet passim nota sit, nec Artifices vulgares latet, ne tamen quicquam omisisse videar quo sequentia à Tyronibus facilius intelligantur, libet eam paucis exponere.

Demon-

Demonſtravit Euclides angulos ad circuli alicujus centrum conſtitutos, proportionales eſſe peripheriis quibus inſiſtunt, unde angulorum menſuræ ex peripheriis vel arcubus circulorum optime innoteſcunt. Quod ut fiat, totam Peripheriam circularem in partes 360 æquales dividunt Aſtronomi, has partes gradus appellant, ſingu- *Gradus qui?*
loſque gradus in 60 partes æquales ſecant, quas ſcrupulos ſeu minuta prima nominant. Rurſuſque unumquemque ſcrupulum Primum in 60 *Scrupuli.*
ſcrupulos Secundos, & Secundorum unumquemque in ſuos Tertios, & Tertios in Quartos, & ita deinceps ſubdividi mente intelligunt. Atque hâc ratione non plures numerant gradus ſeu partes in maximo quovis circulo quam in minimo, adeoque ſi idem angulus ad centrum à diverſis arcubus ſubtendatur, partium ſive ſcrupulorum numerus in omnibus arcubus ſubtendentibus erit æqualis; eandem quippe arcus iſti ad peripherias ſuas totas rationem habent, v. gr. ſit Angulus A C B & centro C deſcribantur arcus duo



A B D E tot erunt gradus & ſcrupuli in arcu A B, quot ſunt in arcu D E, etiamſi Radius arcûs A B ſit tantum unius pedis in longum & Radius alterius arcûs ſtellas fixas attingat, gradus tamen in peripheria A B in câ ratione minor eſt gradu in Peripheria D E, quâ radius C B, minor eſt radio C E. Angulus C tot graduum, ſeu ſcrupulorum

esse dicitur, quot arcus A B vel D E ejusmodi partes continent.

Instrumentum, quo anguli vulgo observantur, est circularis peripheriæ data portio, in gradus, & minuta, divisa. Quadrans scil. Sextans, aut Octans, si Instrumentum sit circuli quadrans, Arcum in 90 partes æquales, si Sextans in 60, si Octans in 45 dividunt Artifices; quæ singulæ erunt æquales uni totius peripheriæ gradui, unumquemque rursus gradum in suos scrupulos primos, vel etiam secundos, si instrumenti amplitudo hoc permittat, partiuntur. Deinde instrumenti lateri Pinnacidia vel dioptras figunt; & Regulam suis quoque Dioptris instructam, circa centrum peripheriæ volubilem applicant. Observantur autem anguli hunc in modum.

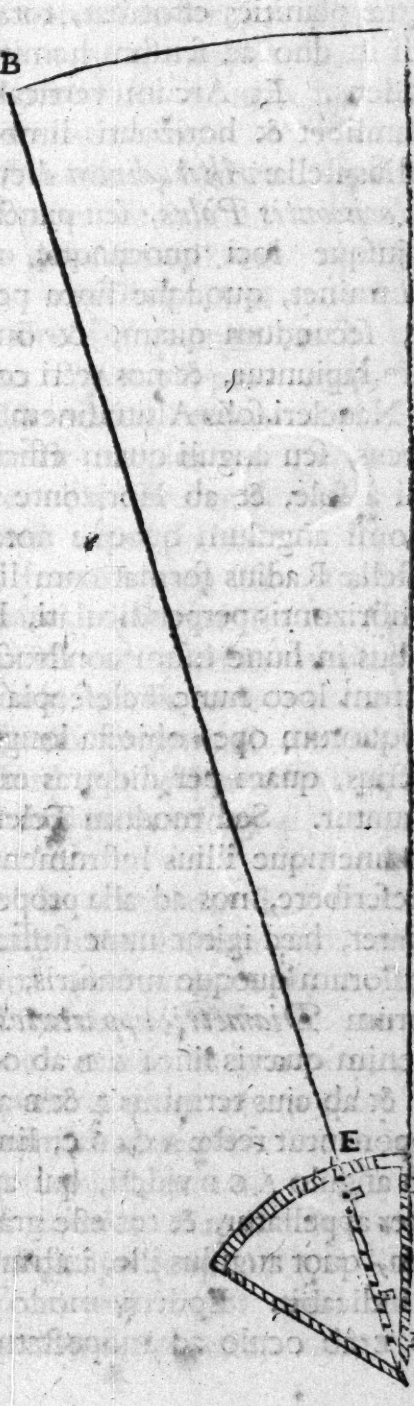
Modus observandi angulos.

Sint duo objecta longe à nobis dissita A & B sitque oculus in C, & mensurandus sit angulus A C B. Convertatur instrumentum donec per dioptras lateris C D, videatur punctum A; deinde circa latus C D, Instrumenti planum & Regula circa centrum ita vertantur ut per regulæ dioptras conspici possit punctum B, Manifestum est ex dictis Arcum D E ostendere mensuram anguli A C B & etiam mensuram arcus A B, hoc est angulus A C B, & arcus A B tot erunt graduum & minutorum quot arcus D E per Regulam abscissus constat ejusmodi partibus.

Quin etiam Astronomi alias metas sibi proposuerunt à quibus eodem vel simili instrumento distantias stellarum arcuales numerarent. Eæ

Horizon.

sunt cujuslibet loci *Horizon*, quem extensa quasi infinita


A
B
E
D
C

infinita Terræ planities efformat, totam Sphæram mundi in duo ad ſenſum hemiſphæria æqualia dividens. Et Arcum verticalem inter ſtellam quamlibet & horizontis limbum interceptum, iſtius ſtellæ *Altitudinem* dicunt. Alia meta eſt *Horizontis Polus*, ſeu punctum quod vertici cujuſque loci quocunque momento temporis imminet, quodque linea perpendiculi denotat, ſecundum quam, & omnia Gravia deorſum rapiuntur, & nos recti conſiſtimus. Hoc pacto Naucleri ſolis Altitudinem inveniunt reſpectu arcus, ſeu anguli quem efficiunt in oculo Radii à ſole, & ab Horizonte venientes. Ita Aſtronomi angulum quoque notant quem Solis vel ſtellæ Radius format cum linea in ſuperficiem horizontis perpendiculari, Regulis & Quadrantibus in hunc uſum conſtructis.

Altitudo ſtellæ. Horizontis Polus.

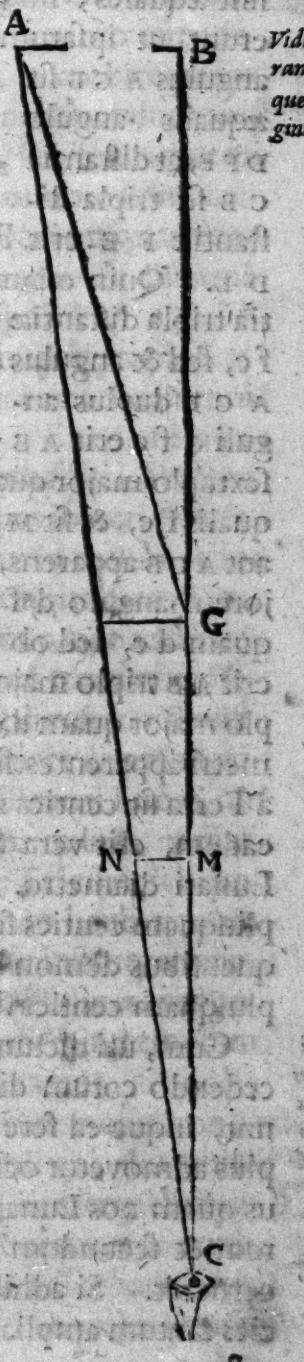
Dioptrarum loco nunc Teleſcopia vulgo adhibentur; quorum ope, objecta longinqua certius & exactius, quam per dioptras exactiſſimas viſu attinguntur. Sed modum Teleſcopia adaptandi, omnemque illius Inſtrumenti apparatum hic deſcribere, nos ad alia properantes nimis retardaret, hæc igitur nunc ſufficiant.

Ex angulorum quoque menſuris, corporum longinquorum *Diametri apparentes* innoteſcunt; ſit enim quævis linea A B ab oculo C directe viſa, & ab ejus terminis A & B ad oculum C duci ſupponantur rectæ A C, B C, linea illa A B dicitur ſub angulo A C B videri, qui apparens ejus diameter appellatur, & tot eſſe graduum, & minutorum, quot angulus ille, inſtrumento obſervatus, indicabit. Eodem modo objectum quodvis D E ab oculo ad F Spectatum dicitur apparere

Corporum diametri apparentes.

apparere sub angulo D F E, & objectorum A B, D E apparentes magnitudines erunt, ut anguli A C B, D F E.

Quod si oculus objecto A B jam propinquior sit, illud ex dimidia distantia scil. ex G aspiciat, objectum illud sub duplo fere majori angulo videbitur. Si triplo propius accedat oculus, triplo fere major fit angulus sub quo apparet objectum, ejusque apparens diameter triplicabitur, modo anguli illi sint satis parvi, nimirum si gradum unum aut alterum non superant, eruntque ejusdem objecti magnitudines apparentes oculi appropinquationibus proportionales.

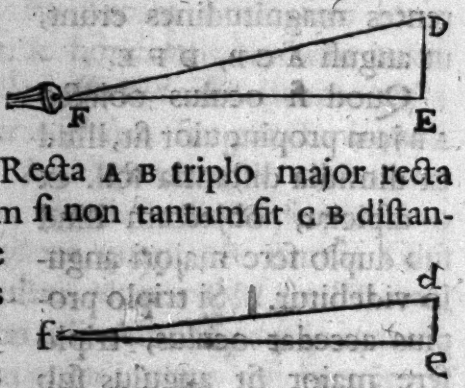


Vide figuram sequentis pagine.

Atque hâc methodo si duorum corporum habeantur diametri apparentes, una cum distantiarum ab oculo ratione, exinde innotescet proportio, quam obtinent eorum diametri veræ. Nam si objectorum distantiæ sint æquales, diametri veræ erunt apparentibus proportionales; si anguli, sub quibus videntur objecta,

sint

sint æquales; magnitudines veræ diametrorum, erunt ut ipsarum distantiæ ab oculo ex. gr. si angulus A C B sit æqualis angulo D F E, at distantia C B sit tripla distantiæ F E erit Recta A B triplo major recta D E. Quin etiam si non tantum sit C B distantia tripla distantiæ f e, sed & angulus A C B duplus anguli d f e erit A B sextuplo major quam d e. Nam capiatur C M æqualis f e, & sit M N objectum sub angulo M C N aut A C B apparens, ob angulum illum duplo majorem angulo d f e erit linea M N duplo major quam d e, sed ob B C triplo majorem quam C M erit A B triplo major quam M N, unde erit sextuplo major quam d e. Hinc si Solis & Lunæ diametri apparentes sint æquales, & Solis distantia à Terra sit centies major quam Lunæ distantia ab eadem, erit vera Solis diameter centies major Lunari diametro. At Solis à nobis distantiam plusquam centies superare distantiam Lunæ in sequentibus demonstrabitur, unde diameter Solis plusquam centies superabit diametrum Lunæ.



Diametri apparentes ad objecta accedendo majores fiunt.

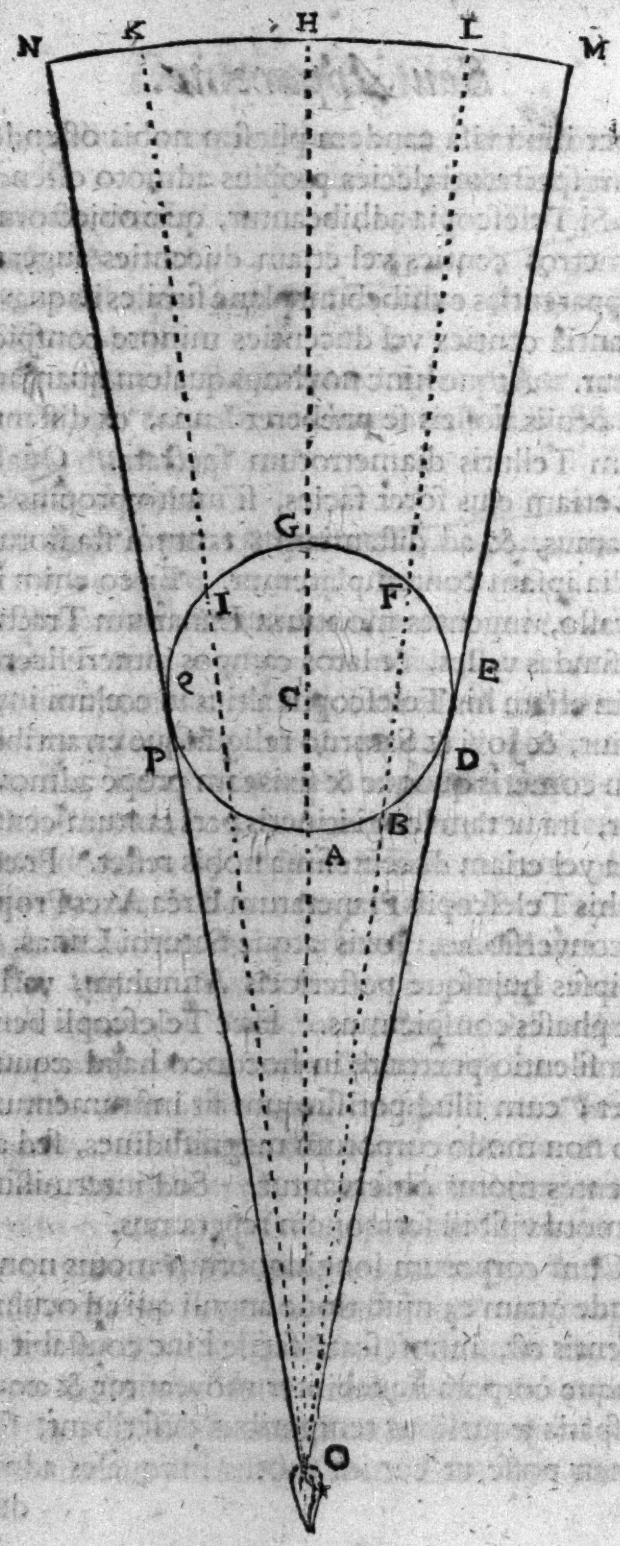
Cum, uti dictum est, ad objecta longinqua accedendo eorum diametri apparentes majores fiunt, inque ea fere ratione augentur qua iis propius admovetur oculus. v. gr. si quis decies propius quam nos Lunam spectaret, is Lunam clariorem & secundum diametram decies majorem cerneret. Si adhibeatur Telescopium quod decies tantum ampliat objectorum diametros; Luna

na per illud visa eandem phasim nobis ostendet, quam spectatori decies propius admoto ostenderet. Si Telescopia adhibeantur, quæ objectorum diametros centies vel etiam ducenties augeant, ea apparentias exhibebunt plane similes iis quæ ex distantiâ centies vel ducenties minore conspicerentur. Atque hinc novimus qualem quantamque oculis nostris se præberet Luna, ex distantiâ trium Telluris diametrorum spectata. Qualisque etiam ejus foret facies, si multo propius accedamus, & ad distantiam 8 tantum stadiorum millia ipsam contemplaremur. Ex eo enim intervallo, ingentes montium Lunarium Tractus, profundas valles, & latos campos intueri liceret. Quin etiam his Telescopiis altius in cœlum invehimur, & Jovi & Saturno reliquisque errantibus, quin cometis quoque & fixis tam prope admovemur, ita ut tam longi itineris pars tantum centesima vel etiam ducentesima nobis restet. Præterea his Telescopiis Planetarum circa Axes Proprios conversiones, Jovis atque Saturni Lunas, & Eclipses hujusque posterioris Annulum, variasque phases conspicimus. Hæc Telescopii beneficia silentio præterire in hoc loco haud æquum foret; cum illud potissimum sit instrumentum, quo non modo corporum magnitudines, sed apparentes motus observantur. Sed intermissum de motu visibili sermonem repetamus.

Telescopii beneficia.

Cum corporum longinquorum motus non aliunde quam ex mutatione anguli qui ad oculum videntis est, innotescat, facile hinc constabit utcunque corpora æquabiliter moveantur & æqualia spatia æqualibus temporibus describant, fieri tamen posse ut eorum motus inæquales admodum

Corporum longinquorum motus æquales inæquales videntur.


N
K
H
L
M
G
I
F
E
C
P
D
B
A
O

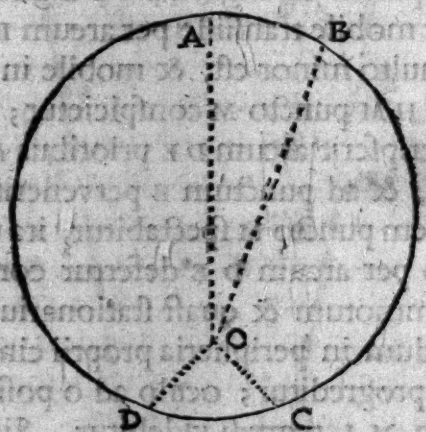
dum & irregulares ab oculo conſpiciantur, quod per exemplum patebit.

Ponamus corpus aliquod in peripheria circuli A B D E G Q uniformiter revolvi, æquales arcus A B B D D E, &c. æqualibus temporibus percurrendo ejuſque motum oculus alicubi in plano ejuſdem circuli in O, v. gr. poſitus ex longinquo aſpiciat. Cum igitur mobile ab A ad B pervenerit ejus motus apparens per angulum A O B ſeu per arcum H L quem deſcripſiſſe videtur, definietur; dein in æquali tempore dum arcum B D percurrit motus apparens ex angulo B O D dignoſcetur; & videbitur mobile tranſiiſſe per arcum L M qui arcu H L multo minor eſt, & mobile in D in peripheriæ N H M puncto M conſpicietur; Poſtquam vero deſcripſerit arcum D E prioribus A B vel B D æqualem, & ad punctum E pervenerit, ab oculo in eodem puncto M ſpectabitur, ita ut eo tempore quo per arcum D E defertur corpus oculo fere ut immotum & quaſi ſtationarium videbitur; At dum in peripheria proprii circuli per arcum E F progreditur; oculo ad O poſito per peripheriam M L regredi videbitur. Sic ubi ab E per F ad G pervenerit, oculus illud conſpiciet in puncto H, in eo ſcil. ſitu quam prius in A habuit. Dum autem à G per I ad Q defertur, ſpectator ipſum videbit per arcum H K N moveri; at dum in orbita propria progrediens corpus arcum Q P deſcribit, oculus ipſum ad idem punctum N continuo referret, quo tempore rurſus ſtationarium apparebit corpus, deinde poſt digreſſum ejus à puncto P curſum ſuum invertere & per arcum N H L M motibus admodum inæqualibus ferri videbitur.

Hæc

Inæqualitas Optica. Hæc motuum Inæqualitas ab Astronomis *Optica* dicitur, eo quod non corporibus revera competit, sed apparens tantum est, ex oculi positione orta, corpus enim eâdem semper velocitate in propria orbita progredi supponitur, & si oculus in centro istius orbitæ constitutus fuerit, motum ejus æquabilem semper conspiceret.

Motus æquabilis in peripheria circuli à spectatore intra aculum locato inæquabilis videtur. Si in quovis intra circulum puncto o quod centrum non est, immobilis locetur spectator, is motus corporis peripheriam A B C D percurrentis, in se quidem æquales, inæquales admodum vi-



debit; & cum longissime distat corpus à spectatore ut in A, tardissime incedere videbitur, propinquius accedens corpus ut in C, velociùs progredi apparebit, ob angulum C O D majorem angulo A O B, licet arcus A B C D sint æquales. At nunquam stare aut regredi conspicietur corpus. Adeoque si spectator intra circulum in quo defertur corpus locetur, illudque nunc progredi, nunc stare, nunc regredi videat, concludendum erit spectatoris locum etiam mobilem esse.

Sed nunquam retrogradus.

LECTIO

LECTIO II.

De Motu apparenti qui ex Observatoris Motu oritur.

HUcusque suppoſuimus ſpectatorem loco immotum toto obſervationis tempore conſtitiſſe. At ſi Spectatoris locus etiam moveatur, diverſæ tum naſcentur rerum apparentiæ, & oculus ea corpora quieſcere cernet, quæ celerrime progrediuntur, quieſcentia autem corpora veloci impetu deferri conſpiciet. Quin etiam fieri quoque poteſt ut motus corporum apparentes fiant veris & abſolutis directe contrarii, & quæ corpora reverà ad orientem feruntur, ad occidentem tendere ſpectatori videantur. Quæ omnia ex motuum apparentiis, quæ ſe offerunt iis qui in nave vehuntur, ſatis apte illuſtrari poſſunt.

Qui in nave vehuntur motum navis non percipiunt.

Si navis aliqua motu utcunque veloci ſed uniformi à ventis deferatur, nec motus navis nec corporum quorumlibet eundem intra navem ſitum ſervantium & relative quieſcentium motus *vectorum* oculis percipitur; cum enim omnes navigii partes eundem ſemper inter ſe & etiam vectoris reſpectu, ſitum, & poſitionem conſervant, ipſorum imagines in oculi fundo depictæ, iiſdem ſemper retinæ partibus quaſi immotæ adhærebunt. Ex quo fiet ut quamvis omnia quæ intra navem locantur corpora unà cum ipſa celerri-

me

me progrediantur, eorum tamen motus, ſpectator ſimul cum iis in nave vectus non viſurus ſit. Idem tamen ad litora oculos vertens, ea cum aliis objectis extra poſitis, moveri conſpiciet, nam dum ipſa navis movetur & oculum ſpectatoris ſecum vehit, neceſſe eſt objecta externa ſitus ſuos oculi reſpectu mutare, & ipſorum imagines nunc has, nunc alias Retinæ partes ſucceſſive occupare, unde fit ut quieſcentia objecta externa moveri, & quæ intra navem ſimul cum ea progrediuntur quieſcere videant, in nave collocati vectores.

At objecta externa quieſcentia moveri videntur.

Si dum navis celerrime progrediatur, globus plumbeus de ſummo malo demittatur, eum quaſi in perpendiculo cadentem aſpicient vectores. Qui quidem globus (quod idem faceret ſi navis omnino quieſceret) tabulatum navis juxta pedem mali percutiet, verus tamen ejus motus non fit in perpendiculari ad ſuperficiem globi terreſtris, ſed deflexo per aerem itinere fertur Globus, quam ejus ſemitam incurvatam facile deprehenſurus eſt quiſquis qui ex alia quieſcente nave motum ſpectaret. Hujus phænomeni cauſa facile oſtenditur. Nam juxta primariam Naturæ legem, corpus omne in incepto ſemel motu ſecundum eandem directionem ſemper perſeverare conatur, jam Globus dum in ſummo malo hærebat, unà cum malo progrediebatur, adeoque poſtquam dimittitur eandem progrediendi vim retinebit, & urgente gravitatis vi progredietur ſimulque deſcendet; neutra enim harum virium alteram deſtruet aut imminuet, (neque enim ſunt contrariæ) adeoque nec minus prorſum nec minus deorſum tendet globus,

Motus Globi in nave cadentis.

quam

quam si viribus separatis impelleretur; sed hisce conjunctis viribus solum impeditur rectitudo semitæ, quam seorsim haberent perpendicularis & horizontalis impetus, motusque peragetur in linea curva iis simili quas describunt Gravia horizontaliter projecta, quæque simul prorsum & deorsum feruntur, & spectator in quiescente nave Globum ejusmodi percurrere curvam videbit. Porro cum Globus & malus eadem velocitate progrediuntur, eadem inter utrumque semper manebit distantia, & proinde Globus juxta pedem mali tabulatum feriet; Præterea motus Globi quo prorsum tendit, tam navi ejusque partibus quam *vectoribus* communis est. At motus ille communis uti ostensum est, ante casum Globi videri non potuit, quare nec postea in descensu erit observabilis. Sed Solus ille motus quo Globus vi gravitatis propriæ deorsum tendit, quique Globo peculiaris est visu percipitur; hoc est Globum quasi in perpendiculo cadentem aspicient *vectores*. Hæc omnia revera sic accidere experimenta sæpius facta adeo confirmant, ut dubitationi nullus relinquatur locus.

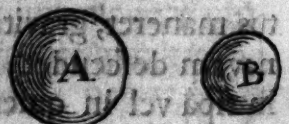
Motus Globi projecti intra navem.

Si quis in prorâ sedens, Globum versus puppim eâ celeritate quâ navis fertur, projiciat, Globus ille nec prorsum, nec retrorsum, movebitur, sed sublatâ gravitatis vi in aëre immotus maneret, gravitate autem urgente, rectâ ad navem descendet, talemque esse ejus motum, in ripâ vel in quiescente nave sedentes agnoscent spectatores; vis enim à projiciente impressa, contrariam & æqualem destruet vim quam Globus à nave acceperat. At illi qui in nave

vehuntur, Globum non quiescentem nec rectà cadentem, sed versus puppim ea velocitate latum conspicient, quam reverà haberet, si quiescente nave, eâdem vi projectus fuisset.

Si velocitas quâ projicitur Globus versus puppim sit minor velocitate navis, Globus in eo casu in eandem cum nave plagam sed tardius deferetur, nondum destructâ vi totâ quam à navis motu accipiebat. At in nave sedentes Globum non simul cum nave progredientem conspicient, sed in contrariam prorsus plagam tendentem ea celeritate quam haberet, si quiescente nave eadem vi projectus fuisset. Hinc liquet motum apparentem vero & absoluto posse *fieri* directe contrarium.

Objectio. At objiciat aliquis Globum è manu projicientis emissum, in ipsam puppim impingere, eique ictum imprimere; quod fieri non potest nisi reverà Globus versus puppim moveretur. Qui nodus solutu non difficilis est, Globum enim ii qui intra navem versantur in puppim irruere eamque percutere cernent. At si ponatur aliquis in ripa quiescens, ille non Globum in puppim sed puppim in Globum impingentem videbit & ictûs magnitudo in utrovis corpore recepti, eadem omnino erit ac si navis quiesceret & Globus reverà in puppim impelleretur ea celeritate qua puppis ad Globum accedebat. Si enim duo sint corpora A & B utcunque æqualia vel inæqualia, eadem erit percussionis vis, sive B cum datâ celeritate in corpus A quiescens impingeret, sive quiescat B,



&

& A cum eâdem celeritate in ipſum B irrueret, vel ſi utrumque corpus verſus eandem plagam moveretur, & ſubſequens A celerius motum in ipſum B impingat, eadem erit quantitas ictûs, ac ſi B omnino quieſceret & A latum eſſet ſolummodo differentiâ celeritatum quâ ſcil. ipſius celeritas ſuperat celeritatem corporis B. Vel denique ſi A & B in contrarias ferantur plagas, atque in ſe invicem impingant, ictûs magnitudo eadem erit ac ſi ipſorum unum quieſceret, alterum motum eſſet cum eâ celeritate quæ ſit utriuſque celeritatum ſummæ æqualis. Verbo dicam, eâdem ſemper manente velocitate corporum relativâ, qua ad ſe invicem accedant, eadem quoque manebit percuſſionis quantitas quomodocunque velocitates illæ partitæ fuerint. Atque hinc fit ut in nave quantumvis velociter latâ motus omnes noſtri rerumque à nobis mobilium eadem ratione peraguntur, iidemque apparent ac ſi navis reverà quieſceret. Et univerſaliter verum eſſe deprehendimus, quod corporum in dato loco incluſorum, iidem erunt motus inter ſe, iidem congreſſus, eadem percuſſionis vis, ſive locus ille quieſcat, ſive moveatur uniformiter indirectum.

Hæc adduxi exempla, ut vobis conſtaret quantum diſcriminis inter motus corporum reales, & apparentes, poſſit intercedere; & quam difficile ſit de illis, ex his, judicium facere.

Ex iiſdem conſtabit, quod ſi in Jove vel Saturno vel alio quovis Planetarum locetur ſpectator, is loci ſui motus proprios non magis viſu percipiet, quam navigantes motum navis in qua vehuntur oculis diſcernere poſſunt. Et

hi quidem ex ſubitaneis navis jactationibus quas ſibi frequenter moleſtas experiuntur, motum ejus aliqualem dignoſcunt. At Planetæ nullis fluctibus, nullis procellis ſunt obnoxii ſed placidiſſima latione in tranquillo quaſi æquore natantes fruuntur, & in motibus ſuis abſque omni impedimento perſeverant.

LECTIO III.

De Syſtemate Mundi.

CUM ut oſtenſum eſt, pro vario oculi ſitu atque motu tot & tam variæ fiunt rerum apparentiæ, quo melius mundi fabrica innoteſcat, & Univerſi admiranda pulchritudo, motuumque Harmonia, animo concipiatur; convenit ut Divinum hoc & immenſum opus non ex uno aliquo ſpectetur puncto ſeu angulo, ſed ex pluribus locis debitis intervallis à ſe invicem diſtantibus luſtrandum erit, ut diverſos hos aſpectus contemplando, eoſque comparando vera tandem, & juſta, ſummoque Conditore digna univerſi opificii eliciatur cognitio.

Cæleſtia itaque corpora motuumque phænomena ut pernoſcantur, fingamus nos non Terricolas eſſe, & uni ſedi quaſi puncto affixos, ſed poteſtatem nobis dari libere quocunque libuerit, per ſpatia indefinita vagandi. Et ut diverſitas

aſpectuum ex diverſis locis habeatur, aliquando noſmet in ſpatio quodam immoto ſiſtamus, aliquando in Sole, ſæpius in planetarum aliquo & nonnunquam etiam in Stellis fixis vel in Cometa locari nos ſupponamus.

——— Juvat ire per alta
Aſtra. Juvat Terris & inerti ſede relictis
Nube vehi, validique humeris inſiſtere
Atlantis.

Et quamvis corpora noſtra utpote in Terram ſua gravitate depreſſa ad altiſſimas illas domos avolare non poſſunt; nihil tamen prohibet quo minus animo & imaginatione cæleſtes illas peragremus regiones. Nec deneganda eſt hæc quam noſmet nobis vindicamus licentiam, quippe quæ omnibus omni ſævi Aſtronomis ſemper conceſſa fuit; hi enim oculum à ſuperficie ad ipſum telluris centrum detuleruntut motuum æqualitas exinde ſpectaretur, quin & circulos & lineas rectas per Solem & Sydera traducunt, quæ licentia, ni peteretur ſemper, & concederetur, brevis admodum & imperfecta eſſet Aſtronomiæ Scientia, & irritus omnis Aſtronomorum labor.

Ut igitur Aſtronomis ſolenne fuit, oculum ad Terræ centrum detrudere, quò is motum apparentem diurnum conſpiceret æquabilem, nobis è contra, quo motus corporum reales & abſoluti, quantum fieri poteſt æquabiles videantur; liceat ſpectatorem in cælum invehere & in loco quodam immoto conſtituere. Nam omnes cujuſque ſectæ Aſtronomi facile agnoſcunt

cunt Planetarum motus eſſe in ſe ſimplices uniformes & regulares. At ex Terræ ſuperficie, aut ab ejus centro ſpectati Planetæ in motibus propriis inæquali admodum & minime regulari curſu deferri videntur, adeoque certum eſt Tellurem hanc non in illorum motuum centro locari. Motus itaque corporibus mundanis proprios qui contemplari velit ſpectator, primo vel in Solis centro vel etiam extra ſolaris corporis Globum, non tamen in loco ab illo nimis remoto ſe ſiſtat, & quales is ſit viſurus rerum apparentias hic perpendamus.

Planetæ è Terra ſpectati irregulari curſu moveri videntur.

Et hic in primis notandum eſt; quod in quocunque loco ponatur ſpectator, ſemper in centro proſpectus proprii ſe conſtitutum cernet. Nam corpora longinqua etiamſi magnis intervallis à ſe invicem diſtent, ſi tamen in eâdem fuerint lineâ per oculum tranſeunte, in eodem ſpatii puncto, & quaſi æque remota videntur; Unde fiet, ut ſpectator ea corpora quorum diſtantias viſu æſtimari nequit, ad ſuperficiem Sphæræ referet, cujus centrum ab oculo tenetur, motuſque omnes in ea ſuperficie peragi apparebunt. Hinc fit ut Solem, & Lunam, & reliqua omnia ſidera, quæ diverſiſſimis intervallis à nobis diſtant, unà cum nubibus quæ non ultra milliare unum aut alterum aſcendunt, tanquam in eâdem ſuperficiâ Sphæricâ concavâ locata intuemur; Qualiſcunque igitur ſit ſpectatoris habitatio ſive in Sole, ſive in Saturno Planetarum Extimo, vel etiam in ſtella quavis fixa, locus ille pro medio mundani ſpatii, ſeu pro centro Univerſi ab iſtius loci incola habebitur.

Spectator eſt ſemper in centro proſpectus proprii.

Spectator

Spectator itaque Solis centrum tenens, & cælum intuens, ſuperficiem ejus Sphæricam concavam oculo concentricam innumeriſque Stellis, quas fixas dicimus, undique refertam videbit; cumque Stellæ illæ è tellure ſpectatæ eundem inter ſe immutabilem ſitum atque ordinem ſervare deprehenduntur, ſic etiam è Sole viſæ, eandem quoad ſenſum quæ è Terra obſervatur à ſe invicem invariatam diſtantiam & poſitionem obtinebunt; tanta enim eſt ipſarum vel à Terra vel à Sole diſtantia, ut poſtea oſtendetur, ut exigua illa loci mutatio, quæ fit ſpectatorem à tellure ad Solem deducendo, vix ſenſibilem mutationem in Stellarum ſitu viſibili efficiet. Verum quamvis Stellæ fixæ è tellure viſæ eaſdem ſemper à ſe invicem diſtantias & eoſdem inter ſe ſitus conſervare videantur, at oculi reſpectu poſitiones mutare, & nunc ſupra attoli, nunc infra deprimi, perpetuoque motu circa telluris Axem gyrare obſervantur, cum tamen interea qui è cælo Solari illos intuetur, omnino immobiles ſeu in eodem ſemper loco permanentes conſpiciet. Nec profecto refert ſive omnino quieſcerent Stellæ, ſive circa Tellurem cælum omne ſydereum una cum ſole eſſet volubile, ſemper enim è Sole eadem eſſet quietis apparentia, nam motus ille ſi quis fuerit gyrationis circa Terram ſit ſpectatori Stelliſque omnibus communis, adeoque non magis ſenſibus percipietur, quam navigantium oculis curſus navis, in qua vehuntur, ſit obſervabilis.

Proſpectus è centro Solis.

Immenſa Stellarum à Sole diſtantia.

Stellæ fixæ poſitionem reſpectu oculi mutant.

Præter Stellas innumeras quieſcentes, ſex alii in cælo nitent circa Solem volubiles Globi, qui

Planetæ ſeu Errones ſex.

diversis omnino periodis gyros complent, adeoque varias & continuo mutabiles positiones tam à se invicem, quàm ab immotis Stellis eas sortiri necesse est. Stellas has errantes sive Planetas dicimus, quarum una est ipsissima Tellus nostra habitatio. Quin si Tellurem quiescere, Solemque circa ipsam motu annuo deferri supponamus; certum tamen est spectatorem in Sole, Tellurem eundem in cælo circulum & eodem tempore describentem videre, quem nos in Terra habitantes à Sole percurri observamus, uti in sequentibus demonstrabitur.

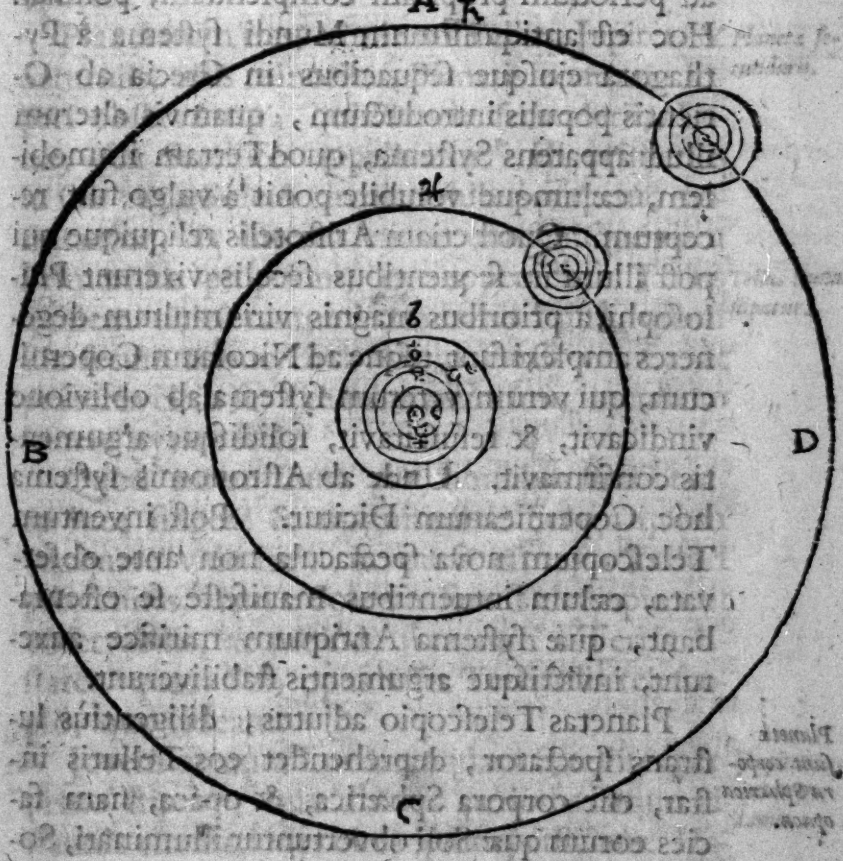
Planetarum nomina & Characteres sunt, Saturnus ♄, Jupiter ♃, Mars ♂, Tellus ⊕, Venus ♀, Mercurius ☿ qui est Soli proximus.

Planetæ moventur circa Solem ab occidente in orientem.

Planetæ omnes Secundum eandem plagam, scil. ab occidente in orientem, circa Solem in orbitis in uno fere plano jacentibus seu non multum à se invicem dehiscentibus, feruntur; & orbitarum plana se mutuo secant in lineis quæ per Solis centrum transeunt; Adeoque spectator in Solis centro locatus, in orbitarum omnium planis consistet, & Planetas in concava cæli superficie motus suos peragentes, circulosque circa se maximos describentes videbit, unde sit ut singulorum planetarum diversas a Sole distantias oculorum acies æstimare non potest. Quo itaque tam distantiæ quàm motus Planetarum videantur, convenit ut è Sole migremus, oculusque supra orbitarum plana ascendat, in recta quæ per Solem transeat, & ad orbitam Telluris perpendicularis sit, & quanta Terræ à Sole distantia est, tanta etiam sit spectatoris distantia, in hâc rectâ positi. Ex hoc

loco

loco cernere licebit Planetas diversis admodum intervallis à Sole removeri, & qui gyros citius conficiunt, ipsi propiores esse; qui tardius absolvunt circuitus, longius abesse. Eritque Planetarum talis ordo, qualis in annexâ figurâ repræsentatur, Ubi in orbitarum centro perstat Sol loco immobilis, circa quem volvuntur planetæ sex, Mercurius, Venus, Tellus, Mars, Jupiter, & Saturnus, ab occidente in orientem. Secundum ordinem literarum *Planetarum Ordo.*



A B C D; Mercurius Soli proximus, circulum ſuum peragrat, ſpatio temporis trimeſtris: deinde Venus paulo majori ambitu periodum abſolvit menſibus fere octo. Ultra hanc Tellus circuitum conficit ſpatio unius Anni. Deinde Mars biennio circulum proprium complet. At longius multo protenditur orbita Jovis, tardiuſque ille ſcil. duodecim annorum ſpatio circulationem perficit. Extimus denique atque omnium lentiſſimus Saturnus reliquas omnes orbitas gyro ſuo continet, & triginta annos ad periodum propriam complendam, poſtulat. Hoc eſt antiquiſſimum Mundi ſyſtema à Pythagora ejuſque ſequacibus in Grecia ab Orientis populis introductum, quamvis alterum illud apparens Syſtema, quod Terram immobilem, cælumque volubile ponit à vulgo fuit receptum. Quod etiam Ariſtotelis reliquique qui poſt illum in ſequentibus ſeculis vixerunt Philoſophi, à prioribus magnis viris multum degeneres amplexi ſunt, uſque ad Nicolaum Copernicum, qui verum veterum ſyſtema ab oblivione vindicavit, & reſuſcitavit, ſolidiſque argumentis confirmavit. Unde ab Aſtronomis ſyſtema hoc Copernicanum Dicitur. Poſt inventum Teleſcopium nova ſpectacula non ante obſervata, cælum intuentibus manifeſtè ſe oſtentabant, quæ ſyſtema Antiquum mirifice auxerunt, invictiſque argumentis ſtabiliverunt.

Planetæ ſunt corpora Sphærica opaca.

Planetas Teleſcopio adjutus, diligentiùs luſtrans ſpectator, deprehendet eos Telluris inſtar, eſſe corpora Sphærica, & opaca, nam facies eorum quæ Soli obvertuntur illuminari, Soliſque luce reflexâ ſplendere, facies autem averſas

ſas tenebris obvolvi, eoſque umbras in plagam Soli oppoſitam projicere, conſpicimus. Lineaque illa quæ ſplendentem partem à tenebroſa diſterminat, aliquando recta apparet, aliquando curva, & nunc convexitate, nunc concavitate ſua lucentem partem reſpiciet, pro vario planetæ & oculi ſitu, reſpectu Solis illuminantis ſuperficiem planetæ Sphæricam. Quin etiam pro diverſo ſpectatoris ſitu nunc major nunc minor illuminatæ faciei cernitur portio; Ut in corporibus opacis Sphæricis lucenti Soli expoſitis, fieri oportet.

Planetarum tres, nimirum Tellus, Jupiter, & Saturnus, aliis minoribus Planetis continuo ſtipari obſervantur; qui Planetæ ſecundarii, Lunæ, ſeu Satellites appellantur. Hi primarios in ſuis circa Solem circulationibus perpetuo comitantur, & interea etiam unuſquiſque circa Primarium proprium, gyros perficit. Tellus quidem unicâ tantum comitatur Lunâ, quam illa ſecum annuo circa Solem curſu vehit, & præterea circa ſe, tanquam centrum, menſtruo itinere gyrare facit. *Planetæ ſecundarii.* *Tellus Luna ſtipatur.*

Quod autem Luna præ omnibus ſtellis tanta luce fulgeat & magnitudine Solem ipſum adæquare videatur, in cauſa eſt ejus Telluri proximitas, nam è Sole vix ſine Teleſcopio erit obſervabilis, ac proinde ſi tantum à Terris diſtaret, quam Sol, opus eſſet Terricolis teleſcopio, quo videatur.

Jovem quatuor Lunæ tanquam Satellites perpetuo ſtipant, quæ diverſis periodis atque diſtantiis circulationes circa ipſum perficiunt. Harum intima ad diſtantiam $2\frac{5}{6}$ diametrorum Jovis *Jupiter quatuor Lunis.*

vis periodum abſolvit, die una cum tribus partibus quartis. Secunda $4\frac{1}{2}$ diametris Jovis à Jove diſtat, & orbitam propriam deſcribit ſpatio dierum trium, horis tredecim. Tertia diebus circiter ſeptem, horis tribus ſeptemque Jovis diametris cum parte ſexta à Jove remota, circulum peragrat. Extima denique diebus ſedecim, cum octodecim horis, ad diſtantiam duodecim circiter diametrorum Jovis revolutionem in orbita ſua perficit.

Saturnum comitantur quinque planetæ ſecundarii.

Planetas hos Joviales primus mortalium conſpexit magnus ille Galilæus, tubi optici ſeu Teleſcopii beneficio, hiſque cælum ſydereum adauxit, Stellas Mediceas eos appellans, quorum motibus obſervatis non pauca debentur Aſtronomiæ atque Geographiæ incrementa.

Saturnum in ſuo circa Solem itinere, non pauciores quam quinque comitantur Planetæ minores, horum plerique ob magnam vel à Terra, vel à Sole, diſtantiam; & exiguam corporum molem, non niſi longiſſimis perquiſiti Teleſcopiis ſe produnt, quorum tempora periodica, & diſtantiæ à Saturno ita ſe habent. Intimus revolutionem conficit die $1\frac{7}{9}$ & diſtat à Saturni centro ejus ſemidiametris $4\frac{1}{3}$. 2^dus^ diebus 2 horis 17, ad diſtantiam $5\frac{1}{3}$ ſemidiametris, Saturni periodum abſolvit. Tertius 4 diebus, horis 13, ad diſtantiam octo ſemidiametrorum, integrum circulum deſcribit. Quartus, diebus fere ſedecim periodum abſolvit, diſtans à Saturno octodecem ſemidiametris. Quintus & viſorum extimus ſpatio dierum $79\frac{1}{3}$ orbitam percurrit, diſtans à Saturno 54. ſemidiametros Saturni.

Exornat,

Exornat, præterea, Saturnum Annulus, qui eum medio cingens, nuſquam contingit, ſed undique ab ejus corpore diſtans, fornicis inſtar, pondere libratus ſuo, ſeipſum ſuſtinet. Annuli hujus diameter pluſquam dupla eſt diametri Saturni, & quamvis tenuis admodum ſit ſuperficiei convexæ craſſities, tanta tamen eſt annuli latitudo, ſive profunditas, ut pars circiter media iſtius ſpatii quod ab extima ejus ſuperficie ad Saturnum porrigitur, ab ejus corpore occupatur, reliquo tantum ſpatio vacuo manente. Quibus uſibus inſervit admirabilis hic annulus, Terricolas & latet & perpetuo forſan latebit, cum nihil ei ſimile in rerum naturâ deprehendimus. Suſpicienda tamen eſt infinita Majeſtas atque potentia Dei qui noſtrâ hâc ætate, nova operum ſuorum ſpecimina, nobis conſpicienda deprompſit. *Saturni annulus.*

LECTIO

LECTIO IV.

In qua probatur Syſtema ſuperius Expoſitum eſſe verum Mundi Syſtema.

COntra Mundi Syſtema in ſuperiore lectione expoſitum, nobis fortaſſe objiciat aliquis; nos finxiſſe noſmet in cælum evectos, & ordinem atque motum planetarum ſupra traditum propriis luſtraſſe oculis, ſed finximus tantum, & qui proinde ponitur corporum mundanorum ordo ſive ſitus, erit figmentum. An non eâdem fingendi licentiâ, alius quivis Planetarum ordo ſupponi poteſt? poſſumus, accedente ſenſuum teſtimonio, Terram ponere immobilem, Solemque atque planetas circa illam motus ſuos deſcribentes, atque ex illis poſitionibus poſſumus omnes apparentias & phænomena explicare. Reſpondeo quamvis finximus non in altum ſublatos, è cælo in Solem atque Planetas deſpexiſſe, qui tamen ex hâc hypotheſi è cælo conſpiciendus erit Planetarum ſitus atque ordo, figmentum non eſſe; ſed ordo ille non minus verus, certus, & indubitatus erit, ac ſi reverâ è cælo illum oculis contueri liceret. Nam in noſtra Aſtronomia nihil omnino fingitur, quod non habet naturam ducem, & comitem obſervationem, quicquid in eâ aſſeritur,

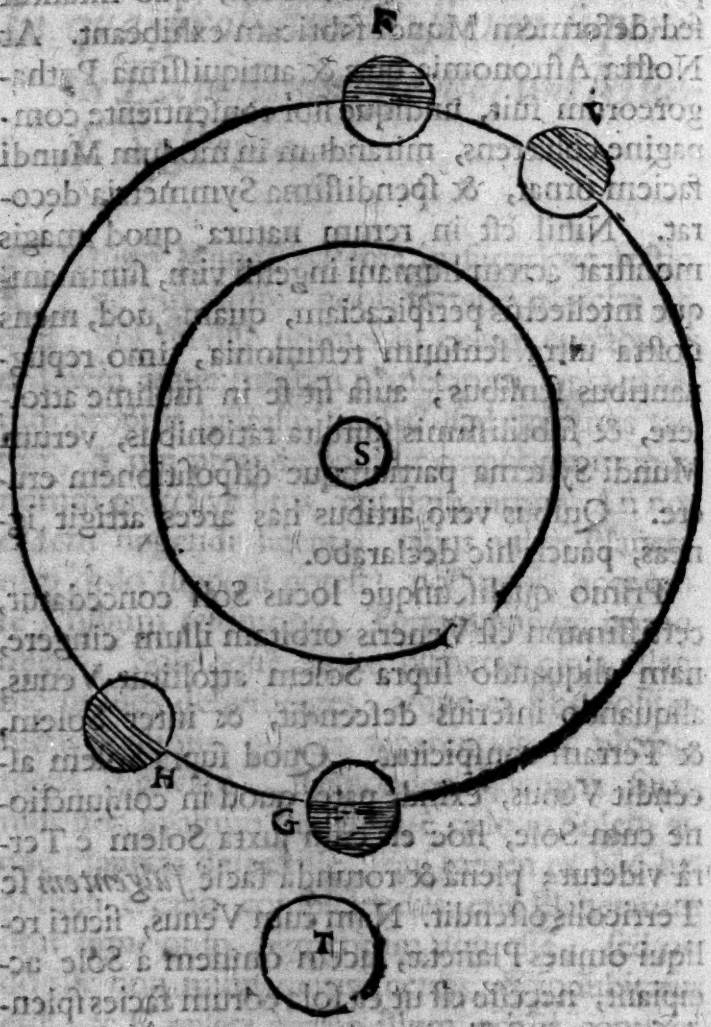
In vera Aſtronomia nulla hypotheſes aut figmenta.

seritur, ex rationibus physicis, & demonstrationibus Geometricis certissime pendet. Veterum Astronomia sicut & Tychonica recte Hypotheses & figmenta dicuntur, cum ultrà suppositionem nudam nihil habent, quo nitantur sed deformem Mundi fabricam exhibeant. At Nostra Astronomia quæ & antiquissima Pythagoreorum fuit, undique sibi consentiente compagine cohærens, mirandum in modum Mundi faciem ornat, & spendissima Symmetria decorat. Nihil est in rerum natura quod magis monstrat acrem humani ingenii vim, summamque intellectûs perspicaciam, quam quod, mens nostra ultra sensuum testimonia, imo repugnantibus sensibus, ausa sit se in sublime attollere, & subtilissimis suffulta rationibus, verum Mundi Systema partiumque dispositionem eruere. Quibus vero artibus has arces attigit igneas, paucis hic declarabo.

Primo qualiscunque locus Soli concedatur, certissimum est Veneris orbitam illum cingere, nam aliquando supra Solem attollitur Venus, aliquando inferius descendit, & inter Solem, & Terram conspicitur. Quod supra Solem ascendit Venus, exinde patet quod in conjunctione cum Sole, hoc est cum juxta Solem è Terrâ videtur; plenâ & rotundâ facie *fulgentem* se Terricolis ostendit. Nam cum Venus, sicuti reliqui omnes Planetæ, lucem omnem à Sole accipiant, necesse est ut ea sola eorum facies splendescat quæ Soli obvertitur quæ vero aversa est, tenebris obvolvatur; adeoque cum Terricolis pleno fulget orbe, facies Soli obversa, & ab illo illuminata, Terræ quoque obvertitur; & proinde

Demonstratur Planetas Solem circumire.

inde tunc temporis ultra Solem est. In Figurâ sit S Sol, T Terra, Venus in F, vel V locata, facie plenâ à Terricolis conspicietur, adeoque in



illo casu Venus loca ultra Solem protensa, peragrat. Quod autem Venus infra Solem descendit, exinde constat, quod in conjunctione

cum

cum Sole, vel prorsus evanescit, vel corniculata Lunæ instar apparet, adeoque ejus facies Solis luce illustrata, vel Terræ non obvertitur, ut in G, vel parva aliqua ejus pars à Terricolis conspicitur, ut in H. Unde necesse est ut inter Terram & Solem tunc temporis locetur. Semel quidem Venus visa est nigræ instar Maculæ Solis discum pertransire, quod unicum spectaculum nemini mortalium præter Horoxium nostrum contigit videre, Anno Christi 1639. nec iterum Stella Veneris subtercurret Solem usque ad annum 1671 Mensis Maii die 26 mane; quo tempore rursus in medio disci Solaris exspectanda erit. Præterea Veneris Stella nunquam à Sole digreditur ultra certum ac determinatum intervallum 43 circiter graduum, nec unquam Solis oppositionem attingit; sed neque ad quadratum aut sextilem aspectum pervenit, at tales aspectus necessario subiret, si circa terram periodum suam absolveret.

Similes quoque sunt & Mercurii motus.

Similiter Mercurius semper in viciniâ Solis, commoratur, propius semper abest à Sole quam Venus, adeoque Veneris æmulus in orbita minore, intra Veneris orbitam conclusâ, & Solem ambiente necessario locandus erit. Præcipue vero cum eum Soli quam proximum esse, ostendit egregius illius splendor quo & Veneri cæterisque Planetis longe antecellit.

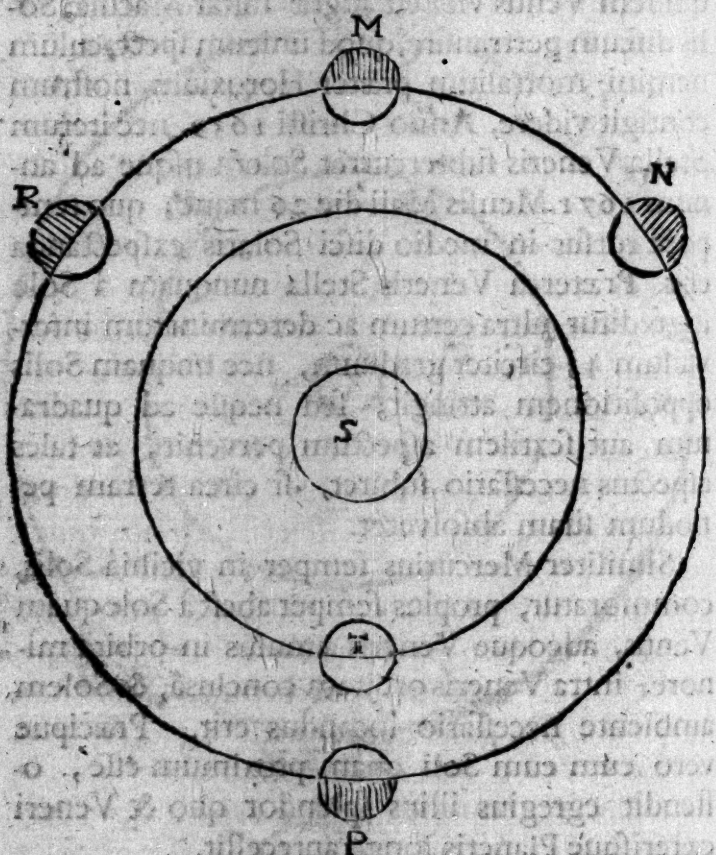
Martis orbita Solem ambit.

Mars cum veniat ad oppositionem Solis, ejus orbita complectitur terram. Sed & hoc necessarium est, ut amplectatur etiam Solem. Nam cùm venit ad conjunctionem cum Sole, si subter illum incederet, corniculatus appareret instar Veneris & Lunæ: Atqui semper ille rotundam

ſpeciem exhibet, niſi quod in quadrato cum Sole Aſpectu, aliquantulum gibboſus apparet.

Referat S Solem, T Terram, circulus M N P R orbitam Martis, Patet Martem tam in M quàm in P Terricolis plena & rotunda facie ſplendere, quoniam in his poſitionibus facies Soli obverſa

Et Terra non locatur in orbita centro.



Terræ quoque obvertitur, at in N & R paululum gibboſus apparebit. Præterea Mars Soli oppoſitus ſepties major videtur quam conjunctioni propinquus, adeoque in illo ſitu ſepties propius ad Terram accedit, quàm in conjunctione,

ctione, ubi longissime à Terrâ distat. Hinc constat non Terram, sed Solem in centro orbitæ Martis locari, apparentiæ enim demonstrant Terram longissime ab illo centro distare.

Eadem observantur Phænomena in Jove & Saturno:

Præterea cum eadem observantur Phænomena, in Jove & Saturno licet multo minore distantiarum diversitate in Jove, quam in Marte, & adhuc minore in Saturno quam in Jove hos quoque Planetas in diversis orbitis ultra Martis Sphæram circa Solem rotari necesse est. Præterea Planetæ omnes è Terrâ visi, motus admodum inæquales, & irregulares peragere observantur, nam nunc progredi, nunc stare, mox regredi cernuntur. At qui è Sole illos conspiceret, semper uniformi quadam lege unumquemque proprium circulum decurrere videbit.

Terra etiam in orbita circa Solem movetur.

Sol itaque, non Terra, in centro orbium Planetarum collocatur, Hanc enim demonstravimus inter Veneris & Martis orbitas medium sortiri locum, sed & necesse erit, orbitis quiescentibus, ut Terra quoque circa Solem moveatur, nam si immobilis consisteret, cum intra ambitum orbium quos superiores Planetæ Mars, Jupiter, & Saturnus percurrunt, claudatur, nunquam illos stare, aut regredi, aspiceret Tericola. Verum horum Planetarum stationes & regressus non minus quam progressus è Terra observantur; Itaque Terram in medio partium mobilium, inter Veneris & Martis orbitas constitutam, circulum quoque reliquorum Planetarum ritu, circa Solem describere concludendum est. Utque locus Terræ medius est inter Venerem & Martem; Ita quoque periodus quâ cursum suum circa Solem perficit, media erit

inter periodos Veneris & Martis. Venus enim octo mensibus; Terra spatio annuo, Mars biennio circuitus absolvunt: His *indubiis* rationibus inducti, Tellurem in cælum invexímus, & inter Planetas posuimus, Solemque ad centrum detrusimus. Atque ita ex indubitatis principiis, & invictis ratiociniis, verum Mundi systema, ordinem, situm, & motum corporum mundanorum declaravimus.

Mira harmonia inter Planetarum à Sole distantias & eorum tempora periodica.

Comparatione factâ, miram quandam inter Planetarum Tempora, quibus circuitus suos circa Solem absolvunt, & ipsorum à Sole distantias deprehendimus harmoniam, & Proportionem; Nam quo quilibet Planeta Soli propior est, eo citius periodum absolvit, & celerius fertur, secundum datam & immutabilem legem, quam omnia corpora mundana constanter observant. Nempe *Quadrata Temporum Periodicorum sunt cubis distantiarum à Sole proportionalia.* Quod omnium primus detexit sagacissimus Keplerus in Planetis primariis. Postea deprehensum est Planetas omnes secundarios tam Saturnios quàm Joviales eandem quoque in motibus suis legem observare, eorum enim periodi ita temperantur, ut quadrata temporum periodicorum sint cubis distantiarum à centro Jovis, vel Saturni, proportionalia. Ita intimus Jovis Satelles distat à centro Jovis diametris Jovis $2\frac{1}{2}$ & periodum conficit horis 42. Extimus autem circulum proprium percurrit horis 402. Adeoque si fiat ut 1764 quadratum numeri 42 ad 161604 quadratum numeri 402 ita $4\frac{9}{21}\frac{1}{18}$ cubus numeri $2\frac{1}{2}$ ad alium is erit $4^{3}\frac{9}{21}\frac{9}{18}^{0}$ ex quo extracta Radice cubica dabitur $7\frac{6}{8} = 12\frac{2}{3}$ qui numerus exprimet

primet diſtantiam extimi ſatellitis Jovis, in diametris Jovis, talemque revera eſſe ejus diſtantiam obſervationibus deprehenſum eſt.

Hujus Regulæ cauſa Phyſica Keplerum latuit, qui ſolummodo eam invenit, comparando diſtantias Planetarum, cum ipſorum Periodis; At gloria illam à priore inveſtigandi & illius cauſam ex neceſſitate Phyſica monſtrandi, magno Newtono noſtro reſervata fuit, qui demonſtravit ſalvis naturæ legibus, aliam regulam in mundo locum obtinere non poſſe: Quod nos quoque oſtendemus cum de cauſis Phyſicis agendum erit. *Hujus Regulæ cauſam Phyſicam Primus invenit. Newtonus.*

Cum itaque omnes agnoſcunt Aſtronomi, Legem ſuperius traditam, conſtanter obſervari à quatuordecim corporibus mundanis, quorum plures circa commune centrum revolvuntur, nempe à quinque planetis primariis, & novem ſecundariis, & cum Luna circa Terram, tanquam centrum, gyros ducit; ſi Sol etiam circa ipſam, circulationem perficeret, congruum eſſet ut eadem Lex ipſorum motus regeret. Adeoque cum Luna diebus 27, Sol 365 diebus, circulos abſolvunt, & Luna 60 ſemidiametris Terræ, à Terra removeatur, ſi fiat ut 729 quadratum numeri 27 ad 133225 quadratum numeri 365, ita 216000 cubus numeri 60 ad alium, is erit 394603 56 cujus Radix cubica eſt 340, & ille numerus diſtantiam Solis exhiberet, ſi modo in ejus motu locum obtineret eadem Regula qua reliqua omnia corpora mundana motus ſuos conſtanter temperant.

Verum omnes conſentiunt Aſtronomi, & invictis rationibus demonſtrari poteſt, Solem pluſquam trigeſies magis à Terra diſtare quam ſunt 340 ſemidiametri Terreſtres. Ex

Sol non poteſt circa Terram moveri niſi tollatur motuum Harmonia.

Ex quo liquet, ſi admittatur Solis motus circa Terram annuus, violari univerſalem jam traditam Naturæ legem, & concidere motuum proportiones, quæ ut integræ maneant, Terra in ſuo loco inter Planetas reponi debeat, Solemque cum iis circumire, quibus poſitis reſtituetur pulcherrima circulationum Harmonia, & ſine omni exceptione, motuum ordo manebit immutabilis.

Sol & fixæ ſunt corpora ejuſdem naturæ.

Ut Planetarum omnium agnoſcimus cognationem, ſimilemque naturam, ex eo quod Telluris inſtar, ſint corpora opaca, Sphærica, Soliſque luce illuſtrata, circa quem etiam motibus omnino ſimilibus continuo cientur; ſic etiam cum Sol & reliqua omnia ſidera propria luce ſplendeant, & ſedibus ſuis immota conquieſcant, ſimili ratione pro corporibus ejuſdem naturæ haberi poſſunt. Quodque Sol præ reliquis omnibus ſtellis tantus Terricolis appareat, quodque tanta luce refulgeat, ut ejus præſentia omnes ſtellarum flammas ſplendore ſuo extinguat, in cauſa eſt quod Terra à reliquis omnibus ſideribus immenſo intervallo diſtans, in Solis viciniâ circa ipſum continuo gyrat. Nam qui fixam aliquam ex eodem intervallo, quo nos Solem, aſpiceret, ſe Solem noſtro Soli per omnia ſimilem intueri crederet; ſpectator etiam à Sole noſtro æque remotus, ac nos ab aliqua fixâ, cum ſtellis annumeraret. Fixæ itaque omnes ſunt Soles; eſtque Sol una ex fixis.

Immenſa eſt Fixarum diſtantia præ Terræ diſtantia à Sole.

Quamvis tanta ſit Telluris à Sole diſtantia, ut ex hoc ſpectata Tellus, quaſi ut minutum aliquod punctum videtur, ea tamen diſtantia, ad ſtellarum fixarum diſtantiam comparata, tam exigua

exigua habenda est, ut etiam si orbita in quâ diximus Terram circa solem deferri è stellis fixis conspiciatur, ea etiam ut punctum apparebit angulusque sub quo orbitæ diameter, ex fixâ videtur, tam exiguus est, ut ab Astronomis acutissimis vix observari hactenus potuit; certe qui in hoc angulo (quem paralaxim orbis annui dicunt) observando maxime invigilarunt, illum semper uno minuto primo minorem deprehenderunt, adeoque necesse est ut stellæ decies millies aut longius à nobis distent, quam nos à Sole distamus.

Hinc sequitur, quod etiamsi Tellus ad aliquas stellas propius uno anni tempore accedat, quam in opposito, idque intervallo diametri orbitæ suæ, non tamen stellæ illæ majores apparebunt, neque ulla fiet apparentis intervalli inter duas quasvis stellas sensibilis mutatio, propter diversas spectatoris positiones.

Sint enim in Terrâ, duæ turres sibi invicem propinquæ, à quibus tamen distet spectator spatio decem mille passuum, is si per unum tantum passum situm suum mutat, ad ipsas accedendo, tantillo spatio propius admotus, nec turres magnitudine auctas, nec à se invicem longius dissitas conspiciet. Itaque cum Tellus una anni tempestate tantum per decies millesimam distantiæ suæ partem ad fixam aliquam accedit, quam aliâ; nulla tamen sensibilis orietur in stella, situs aut magnitudinis respectu mutatio.

Hinc etiam sequitur quod si Sol tantum à nobis distaret, quantum proxima quævis fixa, angulus sub quo videbitur, erit decies millies minor quam nunc est; cumque angulus sub quo

Angulus sub quo Sol ex distantia fixarum apparet.

quo videtur Sol à Terricolis, ſit dimidii circiter gradus, ſeu triginta ſcrupulorum primorum, ex ſtellâ fixâ ſpectatus Sol ſub angulo qui eſt milleſima pars trium ſcrupulorum hoc eſt ſub angulo decem circiter ſcrupulorum Tertiorum videbitur.

Objectio. Contra hanc poſitionem objiciunt aliqui; ſi tanta ſit fixarum diſtantia, oportet ut ſtellæ Solem noſtrum magnitudine multum ſuperent, nec minores poſſunt eſſe quam Sphæra, cujus diameter diametro orbitæ annuæ Telluris æqualis ſit; volunt enim ſtellas, ſaltem ordinis primi, ſub angulo non minore uno minuto videri: Cumque orbitæ Telluris diameter è fixis ſub majori angulo non cernitur, ſtellarum diametri diametro orbitæ in qua fertur Tellus, magnitudine non cedunt. Cumque Sphæra illa cujus ſemidiameter diſtantiam Terræ à Sole adæquat, Solem noſtrum centies centenis mille vicibus ſuperat, toties quoque ſuperabunt ſtellæ Solem noſtrum, adeoque cum enorme interſit magnitudinis diſcrimen, non erunt Sol noſter & Fixæ corpora cognata, neque proinde Sol pro fixâ habendus eſt.

Stellæ fixæ nullius magnitudinis ſed ut mera puncta apparent. Sed qui de magnitudine fixarum talia prædicant, multum falluntur, dum tantas iis aſſignant diametros apparentes; eæ enim tam exiguæ apparent, ſi rite obſerventur, ut veluti puncta tantum lucentia ſine viſibili quâvis latitudine refulgeant; quo fit, ut obſervationibus nulla earum menſura deprehendi poteſt; cingit quidem flammea omnia corpora in tenebris viſa irradiatio quædam ſeu capillitium, unde fit ut centies & pluribus vicibus majores conſpiciuntur

ciuntur quam ſi ſublato capillitio viderentur; multum autem minuitur capillitium, ſi per exiguum foramen aciculâ in charta factum conſpiciantur, facilius vero & melius huic incommodo medetur, Teleſcopia adhibendo, quæ radios illos adventitios auferunt, & ſtellas, ut mera puncta lucentia ſpectandas præbent. At Teleſcopia quamvis multum augeant objectorum diametros, non tamen certas & definitas ſtellarum menſuras nobis exhibent, cum ſidera ut lucida puncta, ſeu nullius magnitudinis per ea etiam viſa appareant; Unde mirum eſt quod Ricciolus Syrii ſive Canis majoris ſtellam poſuit ſub angulo 18″ videri. Nam ſi tantus Syrius nudo oculo appareret, per Teleſcopium viſus, quod ducentics ampliat objecta quoad diametros, debet ille ſub angulo 3600 ſcrupulorum ſecundorum ſeu angulo unius gradus videri; unde & ejus diſcus Solarem diſcum quater ſuperare videbitur; cum tamen certum eſt Teleſcopium illud exhibere Syrium ut punctum tantum lucens, & ſtellâ Martis non majorem. Mars autem cum nobis proximus atque maximus adeſt, ſub angulo 30 ſcrupulorum ſecundorum conſpicitur. Unde diameter Syrii ducenties ampliata, non major erit 30 ſcrupulis ſecundis, adeoque angulus ſub quo nudo oculo apparere debet, non major erit $\frac{1}{30}$ unius ſcrupuli ſecundi, ſeu novem ſcrupulis tertiis: Hoc eſt Syrius Soli fere æqualis cernitur, ſi is tantum à nobis diſtaret quam Syrius. Mirum fortaſſe quibuſdam videbitur, quod ſtellæ fixæ omnino conſpiciantur, cum eorum diametri tantillos ſubtendunt ad oculum angulos. Sed flammea & ignita

Quod per Teleſcopium demonſtratur.

nita corpora ex maximis intervallis cerni poſſunt, iis ſcil. unde alia corpora æque exiguis angulis comprehenſa, prorſus evaneſcunt. Quod comprobat candelæ flamma, quæ noctu ad diſtantiam duo millia paſſuum cernitur, cum tamen interdiu objectum opacum Solis luce illuſtratum, etiamſi decies & amplius flammam latitudine ſuperat, ex ea diſtantia videri nequit. Lux enim quam ex ſe undique defundunt ignita corpora, vegetior multo eſt, fortiuſque fibrillas Retinæ vellicat, quam ea quæ â corporibus opacis reflectitur, reflectionibus enim debilis redditur radiorum actio; & inde fit ut corpora lucida in ſpecies ampliores ſparguntur.

Fixæ ſunt corpora ignea.

Immota itaque cæli aſtra ſunt corpora ſuâ naturâ ignea, inſtar Solis noſtri, quæ huic nec magnitudini cedunt, nec multum ſuperant, adeoque, pro totidem Solibus haberi poſſunt. Concipiendum porro eſt, Soles hos non in unâ eademque ſuperficie hærere, ſed per immenſa mundi ſpatia, undique diſſeminari & longiſſimis intervallis à ſe invicem diſtare; ita ut tantum inter duos quoſlibet Soles proximos, interjaceat ſpatium quantum ad minimum inter Solem noſtrum, & Syrium porrigitur. Hinc ſpectator qui alicui Soli propius adeſt, illum tantum ut Solem conſpiciet, & reliquos omnes Soles ut micantia aſtra, in cœlo ſeu firmamento proprio inhærentia videbit.

Fixæ ſunt Soles.

Porro non credibile eſt, Deum tot innumeros Soles in locis tam remotis ſolitarie locaſſe, & nulla juxta poſuiſſe corpora quæ horum luce & calore foveantur; hoc certe ſapientiæ divinæ minime congruum eſſe videtur; cum Deus nihil

hil fruſtra creavit, ſed confitendum potius eſt, Solem ununquemque ſuo quoque Planetarum comitatu cingi, qui circa Soles hos, diverſis periodis, ad diverſas diſtantias, Lunis quoqueſuis ſtipati rotantur.

Idea amplitudinis Mundanæ.

Quam admirabilis & magnifica hinc nobis oritur amplitudinis mundanæ Idea. Concipiendum enim eſt Indefinitum ſpatium mundanum, in quo innumerabiles locantur Soles, Soleſque illi ſunt ſtellæ quas vel nudo oculo, vel Teleſcopii ope detegimus; harum ſinguli propriis Planetis ſtipati totidem Mundos ſeu ſyſtemata conſtituunt. Et unuſquiſque Sol in proprio ſyſtemate idem munus obit, quod in hoc ſuo ſyſtemate Sol noſter.

Hinc Mundus exiſtet Divinæ Sapientiæ, Omnipotentiæ, & Bonitatis Theatrum, Gloriæque Immenſæ, & Infinitæ Palatium.

LECTIO

LECTIO V.

De Maculis Solaribus, & Solis, & Planetarum, circa proprios Axes, vertigine, & de Stellis fixis.

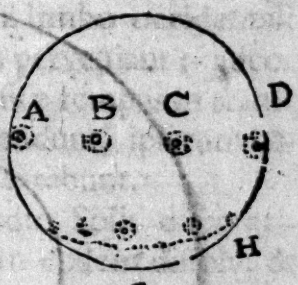
Solis & Lunæ convexitas noſtris oculis evaneſcet.

OB maximam Telluris à Sole diſtantiam, Solis convexitas noſtris oculis prorſus evaneſcit, nec mirum cum & Lunæ, quæ nobis multo propius adeſt, Sphærica ſuperficies à ſenſibus non percipitur, & tam Lunæ quàm Solis orbes tanquam diſci plani nobis appareant; quorum in medio punctum, quod reverà eſt in ſuperficie centrum, ſeu centrum apparens, dicitur. Et ſi Solis facies æqualiter ubique luceret, ob uniformem ejus faciem quæ nullam varietatem oculo objiceret, poterit ille circa ſuum Axem rotari, & ejuſmodi rotatio nobis non innoteſceret; nunc vero cum in lucidiſſimo Solari diſco, & puriſſimâ ejus flammâ, ſæpe nigræ conſpiciuntur maculæ ejus ſuperficiei adhærentes, ex eorum motu nobis conſtat de Solis rotatione; nam hæ maculæ à margine Solis occidentali, medium verſus progredi cernuntur, deinde ulterius provectæ in oppoſita margine ſcil. orientali margine occidere videntur. Et earum aliquæ poſtquam in oppoſitâ nobis Solis ſuperficie perquatuordecim circiter dies delituerunt, in margine

In Solis ſuperficie ſunt maculæ.

Sol circa axem ſuum vertitur.

gine rursus oriri incipiunt, Circulus AGHD repræsentent Solarem superficiem nobis conspicuam, sæpe vidimus materias quasdam densas & obscuras nubibus circumterrestribus persimiles in margine A oriri, quæ paulatim versus B repentes in medio tandem disci conspiciuntur, deinde per B C ad circumferentiam progredientes, post aliquam moram in D evanescunt.

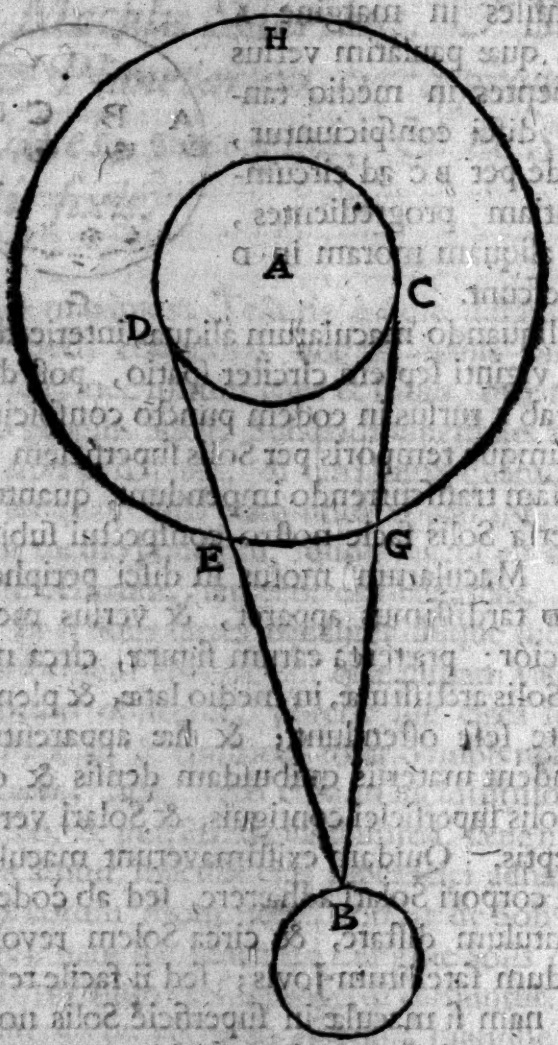


Aliquando macularum aliquæ, interjecto dierum viginti septem circiter spatio, post digressum ab A rursus in eodem puncto conspiciuntur tantumque temporis per Solis superficiem nobis aversam transcurrendo impendunt, quantum in obversa Solis facie nostro conspectui subjiciuntur. Macularum motus in disci peripheria A vel D tardissimus apparet, & versus medium velocior: præterea earum figuræ, circa margines Solis arctissimæ, in medio latæ, & plena majestate sese ostendunt; & hæ apparentiæ respondent materiis quibusdam densis & obscuris Solis superficiei contiguis, & Solari vertigine abreptis. Quidam existimaverunt maculas has non corpori Solari adhærere, sed ab eodem aliquantulum distare, & circa Solem revolvi ad modum satellitum Jovis; sed ii facile refelluntur, nam si maculæ in superficie Solis non existerent, eadem macula non videretur per totum tempus semiperiodi in superficie Solari, sit enim Sol in A visus ex Tellure B sub angulo D B C 30. minutorum, si macula orbitam H F G extra Solis

Macula à puncto aliquo digressa aliquando ad idem redeunt post 27 dies.

Maculæ in superficie Solari existunt.

lis ſuperficiem percurreret, non videbitur Solis diſcum intrare, antequam ad E pervenerit, ubi recta B E D ex terra ducta diſcumque tangens maculæ orbitam ſecat, & ductâ B C G Solem quo-



que tangere per Solis ſuperficiem tantummodo decurrere videtur, dum arcum E G deſcribit, qui arcus ſemiperipheriâ minor erit & tempore

quod ſemiperiodo minus eſt percurretur. Sed ex obſervationibus conſtat maculas quæ integram revolutionem abſolvunt, (fuere enim nonnullæ, quæ duas aut tres periodos abſolverunt, ſingulas nempe viginti ſeptem dierum) illæ inquam 13½ impendunt, ad hoc ut à limbo occidentali Solis ad limbum orientalem perveniant; adeoque cum dimidium periodi ſuæ tempus in tranſcurrendo Solis diſcum impendunt, ipſarum orbitæ in ipſa ſuperficie Solari extabunt.

Macule ſæpe diſſolvuntur ſæpe plures in unam confluunt.

Macularum plures in medio Solis diſco primo videri incipiunt, alias in eodem diſſolvi & evaneſcere cernimus; ſæpe plures in unum confluunt, ſæpius una in plures diffluit. Primus eas Teleſcopio ſuo detexit Gallilæus, poſtea accuratius obſervavit Scheinerus qui magnum volumen de iis edidit, & tunc temporis plures quinquaginta in Sole viſæ ſunt. At ab anno 1653 uſque ad annum 1670. vix una aut altera viſa eſt, exinde ſæpe plures una conſpectæ ſunt, & nullâ conſtanti temporum lege apparent aut evaneſcunt.

Solem aliquando Pallidum per integrum annum apparuiſſe.

Narrant Hiſtorici Solem per integrum annum aliquando pallidum apparuiſſe, & ſine ſolito fulgore, calorem tenuem debilemque emiſiſſe, quod credibile eſt ex eo proveniſſe, quod plures ingentes maculæ non minimam Solaris ſuperficie partem tunc temporis texerunt; & nunc aliquando videntur maculæ quæ non tantum *Aſiam*, aut *Africam*, ſed totius Telluris ſuperficiem latitudine ſuperat.

Axis Solis inclinatur ad planum Eccliptica ſicuti Solis æquator:

Macularum motus eſt ab occidente in Orientem, & ex eo conſtat, Axem circa quem vertitur Sol, non eſſe ad planum orbitæ Telluris perpen-

perpendiculariter erectum, ſed ad illud inclinari, & facere cum Axe orbitæ qui per Solis centrum tranſit angulum ſeptem circiter graduum, & proinde Solis Æquator, ſeu circulus in medio inter duos polos, orbitæ planum ſecabit in linea recta quæ producta orbitæ occurret in duobus punctis. Et cum Terra in hiſce duobus punctis invenitur, ſemitæ macularum rectæ lineæ apparebunt, cum ſcil. oculus ſpectatoris eſt in earum plano. At in alio quovis Telluris ſitu, cum ſcil. æquator Solaris ſupra oculum attolitur, aut infra illum deprimitur, veſtigia macularum erunt curvilineæ & Ellipſes.

In Planetis maculæ videntur.

Cum ſplendidiſſimum Solare corpus obſcuris maculis fœdatur, non cogitandum eſt corpora Planetarum opaca nævis carere; quibus eorum facies aſperguntur. Et revera Jupiter Mars & Venus, ſi Teleſcopio ſpectentur, nobis maculas ſuas produnt, ex quarum motu conſtat has Planetas circa Axes rotari. Simili ſcil. argumento quo Solarem vertiginem probavimus. Venus ſcil. ſpatio 23 horarum gyrationem circa proprium Axem ab occidente in orientem perficit, Mars ſimilem rotationem horis 24 min. 40. abſolvit. Terra una die ab occidente in orientem etiam circa Axem rotatur quod ex apparenti motu omnium Aſtrorum ab oriente in occidente nobis conſtat.

Planetæ circa axes ſuos rotantur.

In Jove præter maculas, plures ſunt *faſciæ* ſibi invicem parallelæ, at hæ neque eandem conſtantem magnitudinem, nec diſtantias conſervant eaſdem, nunc creſcunt, nunc diminuuntur, aliquando à ſe invicem longius diſcedunt, aliquando propius accedunt & plures unà cum maculis,

maculis, ſubeunt mutationes. Anno 1665 Dnus Caſſini inſignem detexit in Jove maculam, quam per duos annos obſervavit, Jovis corpori per totum illud tempus firmiter adhærentem, & ejus figura & poſitio *reſpectu Faſciarum* probe determinatæ fuere; evanuit tamen illa macula anno 1667, nec rurſus uſque ad annum 1672 viſa fuit, poſt illud tempus per tres fere annos in conſpectum aſſidue veniebat: ſæpius deinde à noſtris oculis ſe ſubduxit, & identidem ſe conſpiciendam præbuit; & ut verbo dicam ab anno 1665 quo primo viſa eſt, uſque ad annum 1708 octies apparuit & evanuit. Ejus revolutionibus ſæpius obſervatis Dnus Caſſini comperuit periodum Jovis circa proprium Axem eſſe horarum 9 minutorum 56.

Veriſimile quidem eſt, quod Terra ſtabili magis & tranquillâ fruatur conditione quam Jupiter, in cujus facie majores cernuntur mutationes, quam Telluri obtingerent, ſi Oceanus alveo ſuo relicto per Terras undique ſe diffunderet, novas continentes, nova maria exhiberet, permutato invicem Soli Salique vultu.

Mercurius prope Solem continuo commorans, tantâque luce cum videtur, perfunditur cælum, ut obſervationes non admittat, quibus ejus maculæ dignoſcantur, & Saturni maxima à nobis præ reliquis Planetis diſtantia macularum viſum oculis adimit. Credibile tamen eſt illos, prædictorum inſtar, circa Axem quendam revolvi, nempe ut ſæpius quam ſemel in unâ revolutione circa Solem, cujuſque Planetæ pars quælibet radiis Solaribus expoſita & iis rurſus ſubducta, viciſſitudines patiatur naturæ ſuæ congruas.

LECTIO VI.

De Magnitudine & Ordine Fixarum, De Conſtellationibus, Stellarum Catalogis, & Mutationibus quæ fixis accidere viſæ ſunt.

QUod fixæ diſpari inter ſe magnitudine appareant inde evenit, quod non omnes pari à nobis diſtent intervallo, ſed quæ propius abſunt reliquis tum magnitudine tum luce præcellere videntur; illæ interea quæ longius diſtant minore & mole & ſplendore conſpiciuntur. Hinc oritur ſtellarum illa in claſſes diſtributio, quarum Claſſium Prima ſtellas primæ magnitudinis, 2da ſecundæ, 3^tia^ tertiæ, & ita porro uſque ad ſextum ſtellarum ordinem, quæ minimæ ſunt omnium, quæ nudis oculis videri queunt. Nam cæteræ ſtellæ, quas non niſi Teleſcopii ope detegimus, his claſſibus non continentur. Licet vero antiquum & vulgo receptum ſit ſex tantum eſſe fixarum claſſes & magnitudines, non tamen exiſtimandum eſt unamquamque ſtellam ad harum aliquam præciſe referri poſſe, quin potius tot conſtituendi ſunt magnitudinum ordines, quot fere ſunt ſtellæ, nam rarò admodum duæ fixæ cernuntur ejudem ſplen-

Stellarum ordo.

ſplendoris; & iſtarum ſtellarum, quas inter primas numerant Aſtronomi, apparet magnitudinis diverſitas, clarior enim eſt Syrius, aut Arcturus, quam Aldebaram, aut Spica, omnes tamen magnitudinis primæ habentur; ſunt quoque nonnullæ magnitudinis intermediæ, adeo ut alii hujus, alii illius æſtimant, v. gr. Canicula quæ Tychoni eſt magnitudinis 2^dæ^ Ptolemeo fuit primæ, quod indicio eſſe poteſt, nec eſſe primæ, nec ſecundæ, ſed ordinis intermedii.

Verum ſtellas non tantum magnitudine ſuâ deſignant Aſtronomi, ſed quo melius in ordinem referant, eas per ſitum & poſitionem ad ſe invicem diſtinguunt, & in Aſteriſmos ſeu Conſtellationes diſtribuunt, plures ſtellas uni conſtellationi aſſignando, eſtque Conſtellatio plurium ſtellarum ſibi juxta jacentium ſyſtema. Præterea ut ſtellas omnes facilius in cœlo notent & obſervent, conſtellationes ad formas animantium & rerum quarundam imagines reducunt. Pleraſque has imagines ex fabulis, ſeu religione ſuâ in cælum tranſtulerunt veteres, & recentioribus Aſtronomis eaſdem retinere placuit; ut perturbationis periculum evitetur, cum obſervationes antiquæ cum noſtris conferantur. *Conſtellationes.*

Diſtinctio ſtellarum in imagines longe antiquiſſima fuit, ipſi ſcil. Aſtronomiæ ſeu Philoſophiæ coæva. Nam in vetuſtiſſimo libro Job memorantur Orion, Arcturus atque Pleiades, & multa conſtellationum occurrunt nomina apud Homerum atque Heſiodum Poetarum antiquiſſimos, neceſſe enim fuit ſic ab initio ſtellas per partes diſtinguere, & ordine quodam deſignare.

Eadem cæli ſtellati facies ex omnibus Planetis ſpectatur.

Cum immenſa admodum ſit ſtellarum diſtantia, nihil refert in quo Solaris noſtri ſyſtematis loco reſideat ſpectator, ſive is ſit in ipſo Sole, ſive in Tellure, vel etiam in Saturno Planetarum extimo; ex omnibus enim noſtri ſyſtematis partibus eadem videbitur cæli facies, eadem ſtellarum poſitio atque invariata magnitudo. Planeticolis omnibus eadem ſpectantur Aſtra; commune cælum eſt, idem eos omnes involvit mundus.

Cæli Regiones.

Cælum ſtellatum in tres Regiones partiuntur Aſtronomi, quarum media eas continet ſtellas, quæ circa plana orbitarum in quibus deferuntur planetæ jacent, & hoc cæli ſpatium Zodiaci nomine inſignitur, ob conſtellationes ibi poſitas, & animalia referentes, & extra quod nunquam videntur vagari Planetæ. Zonam hanc ex utroque latere claudunt duæ reliquæ cæli regiones, quarum una comprehendit Borealem cæli plagam, altera Auſtralem.

Veterum imagines XLVIII.

Veteres cælum ipſis viſibile XLVIII imaginibus diſtinxerunt, quarum duodecim Zodiacum occupant, ejuſque *Dodecatemoriis* nomina imponunt ſua, ſuntque Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo, Libra, Scorpius, Sagittarius, Capricornus, Aquarius, Piſces.

In ſeptentrionali regione numerantur Imagines XXI, nempe Urſa minor, Urſa major, Draco, Cepheus, Bootes, Corona Septentrionalis, Hercules, Lyra, Cygnus, Caſſiopeia, Perſeus, Andromeda, Triangulum, Auriga, Pegaſus, Equuleus, Delphin, Sagitta, Aquila, Serpentarius, & Serpens. Hiſce poſtea adjectæ ſunt conſtellationes Antinoi ex *informibus* prope Aquilam,

lam, & Comæ Berenices, ex informibus prope Caudam Leonis.

Ad Auſtralem Zodiaci partem ſunt Aſteriſmi xv veteribus cogniti, nempe Cetus, Eridanus, Lepus, Orion, Canis major, Canis minor, Argo navis, Hydra, Crater, Corvus, Centaurus, Lupus, Ara, Corona auſtralis & Piſcis Auſtrinus. Hiſce nuper adduntur conſtellationes xii circa polum Auſtrinum, quæ nobis Borealem Telluris partem habitantibus, ob gibboſitatem Terræ ſunt inconſpicuæ, ſcil. Phœnix, Grus, Pavo, Indus, Apus, Triangulum Auſtrale, Muſca, Chamæleon, Piſcis volans, Taucan ſive Anſer Americanus, Hydrus, Xiphias ſive Dorado.

Extra depictarum imaginum limites ſunt ſtellæ quædam ad illas irreducibiles, quas ideo informes vocant; ex quibus inſigniores Aſtronomi novos aliquando aſteriſmos conficiunt. *Stellæ informes.*

Ad Aſteriſmos etiam pertinet Galaxia, ſeu Via Lactea, quæ eſt circulus latus candore lactis perfuſus, nonnunquam duplici tramite, plerumque ſimplici totum cælum ambiens. Hunc cæli tractum innumeris minutiſſimis ſtellis refertum eſſe, Teleſcopio ſuo deprehendit Galilæus; & quamvis ſingulæ ſtellæ nudo oculo ſint imperceptibiles; conjunctis tamen luminibus eam cæli regionem illuſtrant, & candore ſuo perfundunt. *Galaxia.*

Imaginum ope, uti diximus, ſtellas omnes diſtinguere & in cælo notare valuerunt vetuſtiſſimi Aſtronomi, & catalogos fixarum mirâ ſolertiâ & curâ exinde condiderunt; Hi catalogi recentiorum obſervationibus adaucti & correcti omnes continent ſtellas viſu perceptibiles, imo

plures in iis uunc notantur ſtellæ quæ non ſine Teleſcopio videri poſſunt.

Hipparchus primus fixarum catalogum composuit.

Hipparchus Rhodius annis circiter ante Chriſtum natum 120. primus inter Græcos ſtellas fixas in Catalogum reduxit, *auſus* ex ſententiâ Plinii (*rem etiam Deo improbam*) *annumerare poſteris ſtellas, ac ſidera ad normam expangere, organis excogitatis, per quæ ſingularum loca atque magnitudines ſignaret: Uti facile diſcerni poſſet ex eo, non modo an obirent naſcerenturve ſtellæ, ſed an omnino aliqua tranſirent moverenturve, item an creſcerent, minuerenturque, cælo in hæreditate cunctis relicto, ſi quiſquam qui rationem eam caperet inventus eſſet.*

Hipparchus ex propriis & antiquorum obſervationibus 1022 ſtellas in Catalogum retulit, & unicuique propriam latitudinem & longitudinem tunc temporis competentem adſcripſit.

Ptolemeus Hipparchi catalogum quatuor ſtellis adauxit.

Ptolemeus Hipparchi Catalogum quatuor ſtellis adauxit 1026 numerando. Poſt Ptolemeum, Ulug Beighi magni Tamerlani Nepos ſidera obſervavit & 1017 ſtellas catalogo ſuo intulit. Sæculo decimo ſexto & ſequente, plures Urania nacta fuit cultores, inter quos eminebant Regiomontanus & Copernicus. At omnium conatus ſuperavit nobiliſſimus ille Aſtronomus Danicus Tycho Brahee, qui magna & exquiſitâ arte facta inſtrumenta comparavit, quibus cælum denuo luſtraret. Is loca 777 fixarum propriis obſervationibus ex cælo deduxit, & in Catalogum retulit. Keplerus quidem in Tabulis ſuis Rodolphinis ſtellarum catalogum exhibet, quem Tychonicum vocat, in quo numerantur 1163 ſtellæ, at reliquas præter illas 777 à Tychone obſer-

Tycho Brahee 777 ſtellas obſervavit & in catalogum retulit.

obſervatas, partim ex Ptolomeo, partim ex aliis diverſis authoribus hauſit, nihil enim Tycho in proprium catalogum retulit, quod non ipſe ſuis inſtrumentis calculoque inveſtigaverat.

Tychoni coævus Sereniſſimus Hæſſiæ Princeps Gulielmus ſidera contemplari aggreſſus eſt, & cum Mathematicis ſuis Rothmanno & Byrgio, indefeſſo per 30 annos labore, 400 ſtellas obſervavit, & catalago incluſit, adjunctis ſtellarum locis ſecundum longitudinem ex propriis obſervationibus computatis. *Gulielmus Heſſiæ principis 400 ſtellas obſervavit.*

Ricciolus Jeſuita Kepleri catalogum 305 ſtellis locupletavit, & exinde earum numerus ad 1468 excrevit, ſed hunc catalogum ex propriis obſervationibus haud conſtruxit, ſed tantum 101 ſtellas propriis inſtrumentis cum Socio Grimaldi obſervavit: & earum loca ſupputavit; reliquas ex Tychone Keplero & aliis auctoribus deprompſit. Mirum eſt quod Ricciolus plures ſtellas, quæ tempore Tychonis in oculos omnium incurrebant, quæque ab ipſo Tychone rite ſunt obſervatæ, Tempore verò Riccioli plane evanuerunt, etiam adhuc, licet non amplius conſpiciuntur, in catalogo ſuo retineat, quaſi ipſe illas obſervaſſet. *Ricciolus Catalogum edidit ſed paucas ipſe obſervavit. ſtellas.*

Bartſchius in Globo ſuo quadrupedali, anno 1635 Argentorati in 4to edito, meminit Bayerum in ſua Uranometria 1725 ſtellas delineaſſe; gloriatur etiam quod ipſe in ſuo Globo 1762 ſtellas deſignaverat, ſed quis eas obſervavit, aut quo anno, non prodit.

Stellas ad polum Antarcticum ſitas, & noſtræ Zonæ inconſpicuas, primus rectè obſervavit Cl. meus Collega Edmundus Halley qui magno Sidereæ *Edmundus Halleius primus rite obſervavit ſtellas ad polum Antarcticum ſitas.*

Sidereæ ſcientiæ amore percitus, longam & periculoſam ad Inſulam S^tæ Helenæ ſuſcepit navigationem, ut ſitus ſtellarum ſub polo Antarctico nos latentium exquireret, edidit is Catalogum 373 Fixarum auſtralium, quarum loca ſupputavit ad annum 1677.

Hevelius 1553 ſtellas obſervavit & catalogus ejus continet ſtellas 1888.

Illuſtris Joannes Hevelius Dantiſcanus vir maxime Induſtrius & indefeſſus aſtrorum cultor, exquiſitiſſimis inſtrumentis & omni apparatu Aſtronomico inſtructus, fixas majori quam antea curâ obſervavit, loca 1553 ſtellarum ex propriis obſervationibus ſupputavit, & novum omnino condidit ſtellarum catalogum, qui continet ſtellas 1888, nimirum 950 veteribus cognitas, & ſupra Horizontem Gedanenſem conſpicuas, 603 alias quas ante ipſum nemo rite debitis inſtrumentis determinavit, & 335 circa polum Antarcticum, & infra Horizontem Gedanenſem ſemper depreſſas ex Catalago Halleano tranſtulit.

Flamſtedii Catalogus longe ampliſſimus.

At Catalogum longe ampliſſimum & correctiſſimum, brevi, ut ſpero, nobis dabit Joannes Flamſtedius Aſtronomus Regius Greenovicenſis, in hoc catalogo numerus ſtellarum ad 3000 excurrit. Et ſicut Hevelius duplo plures ſtellas obſervavit quam Tycho, ſic Aſtronomus noſter Britannicus numerum ſtellarum ab ipſo obſervatarum duplo auctiorem reddidit quam eſt numerus earum quæ ab Hevelio obſervatæ fuerunt. Tantum Urania hujus Aſtronomi debet laboribus, ut ne minima quævis conſpicitur ſtella, cujus locus in cælis non melius innoteſcit, quam plurimarum urbium & civitatum ſitus & poſitiones, per quas quotidie

tidiè itinera faciunt viatores. Non mirum eſt quod Aſtronomi tot pertinaces vigilias, tam Herculeos labores in ſtellis obſervandis ſuſtinuerunt, cum non alio potuerunt modo inveſtigare Planetarum vias, & orbitas in cœlo notare, niſi per cognita prius fixarum loca, quibus, tanquam columnis firmiſſimis, omnis innititur Aſtronomia.

Stellæ inermi oculo viſibiles numero non multæ ſunt.

Ex tribus millibus ſtellis à Flamſtedio in catalogum relatis, plures ſunt quæ non ſine Teleſcopio videri poſſunt, adeoque non plures in hemiſphærio viſibili oculo inermi ſimul conſpici poſſunt, quam mille. Mirum hoc pleriſque videbitur, cum hyeme, illuni & ſerenâ nocte, primo intuitu innumerabiles videntur conſpici ſtellæ. Sed apparentia illa eſt viſus hallucinatio, ex vehemente ſtellarum micatione profecta, dum oculus confuſe & ſine ordine omnes ſimul intuetur; at qui diſtinctè ad ſingulas attendit ſpectator, nullas inveniet ſtellas, quæ ab Aſtronomis non notantur; Quod ſi quis Globum cæleſtem majoris formæ, qualis eſt Blavianus, adhibeat, eumque cum cælo comparet, quantumvis acri oculo cælum rimetur, non facile tamen ſtellam inveniet vel minimam, cujus imago in ſuperficie iſtius Globi non depingitur.

Eſt tamen ſtellarum numerus immenſus.

Interim fateor ſtellarum numerum eſſe immenſum & tantum non infinitum, nam qui Teleſcopio cælum vult intueri, ingentem ubique fixarum multitudinem inveniet, quæ nudis oculis ſe minime produnt, præſertim in viâ Lacteâ tam confertim reperiuntur fixæ, ut illum cæli tractum ſingulæ licet imperceptibiles, luce ſua, ſeu candore quodam perfundant. Cl.

Cl. Hookius Teleſcopium duodecim pedum verſus Pleiades dirigens, (quæ olim ſeptem ſunt viſæ, at nunc tantùm ſex, inermi oculo viſuntur,) ſeptuaginta & octo ſtellas notavit, & longiora adhibens Teleſcopia longe plures diverſæ admodum magnitudinis detexit: vide Microgr. pag. 241. Et *Antonius Maria de Reita in Radio ſuo ſidereomyſtico* pag. 197 affirmat à ſe per tubum opticum numeratas fuiſſe in ſolâ conſtellatione Orionis ſtellas quaſi bis mille.

Materia cæli non eſt incorruptibilis.

Ex dictis in præcedenti Lectione conſtat, quam falſa & vana fuit veterum Philoſophorum opinio, qui cælis nimium faventes quædam iis privilegia ſine ratione indulſerunt; eos quippe ab omni mutatione immunes ſtatuebant; materiamque cæli à Terreſtri ſpecie diverſam eſſe pronunciabant, hanc corruptibilem eſſe, & in varias formas mutabilem; illam non item, ſed ſub eadem formâ & facie ſemper permanentem nullique mutationi obnoxiam prædicabant. Vidimus in Sole atque Planetis quotidie nova corpora generari, rurſuſque corrumpi, & Planetarum facies varias mutationes ſubire. Nec ſolum in Terrâ noſtrâ, aut in noſtri ſyſtematis corporibus locum obtinent mutationes Verum longe ulterius porrigitur Generationis & corruptionis Principium; inter ſtellas enim immotas longiſſime à nobis diſſitas dominatur & nullum corpus eſt quod ejus imperium non patitur. Perierunt enim ſtellæ plures à veteribus conſpectæ, novæ renaſcuntur, ipſæ etiam aliquando perituræ. Quin etiam quorundam ſyderum extinguuntur flammæ, quæ poſt ſtatam periodum rurſus reſplendeſcent. Inter ſtellas has

Principium Generationis & corruptionis ad ſtellas fixas pertingit.

has maxime celebris est illa, quæ in collo Cæti videtur, quæ octo vel novem anni mensibus inconspicua, reliquis quatuor vel tribus mensibus variâ magnitudine se videndam præbet; hujus stellæ superficies corporibus opacis seu maculis maximâ parte tegi videtur, aliquâ tamen ejus portione lucidâ manente, quæ dum circa suum axem convolvitur, modo hanc, modo illam partem nobis obvertit, sed & hujus stellæ maculæ quasdam mutationes subire videntur; non enim singulis annis eandem obtinet stella magnitudinem, quandoque secundi ordinis fixas superat magnitudine, aliquando inter tertium ordinem vix consistere videtur; nec eodem semper temporis spatio sui copiam facit, nam sæpe non ultra tres menses continuos, sæpe etiam per quatuor integros & amplius conspicitur, neque æquis temporum intervallis incrementa sumit. *Stellæ quæ periodice apparent & evanescunt.*

Præterea ex Astronomorum observationibus constat, sæpius novas aliquas prius latentes emicuisse stellas, quæ per aliquod tempus insignes & maxime conspicuæ apparuere; sed deinde paulatim decrescentes, tandem evanuere quasi exstinctæ fuissent. Harum stellarum una ab Hipparcho Astronomorum principe notata & observata fuit, eumque impulit ut fixarum catalogum adornaret, posterisque traderet, ut ex eo facile discerni possit an obirent inciperentve stellæ. *Stella nova.*

Post plura deinde sæcula, alia etiam nova Tychoni Braheo, ejusque temporis Astronomis, in constellatione Cassiopeiæ apparuit; quæ non secus ac Hipparchea illa Tychonem admonuit, opus esse ut novum conderet stellarum Catalogum *Stella nova in Cassiopeia.*

gum: visa est hæc stella circa Novembris medium Anno 1572; permansit eodem inter fixas loco, toto apparitionis tempore, quod per menses circiter sedecim duravit, tandemque paulatim extincta fuit; magnitudo ejus apparens Lyram aut Syrium inerrantium splendidissimas superabat, Veneris *Perigeæ* fere æmula, in meridie â non paucis visa est. Sed tandem sensim imminuta evanuit, nec ex eo tempore in cælis est conspicienda. Leovicius ex historiis istius temporis tradit anno 945 regnante Othone imperatore, stellam novam in Cassiopeia apparuisse, similem ei quæ suo tempore visa est anno 1527. aliud quoque adducit testimonium perantiquum, quod anno 1264 visa est in septentrionali cæli parte, circa constellationem Cassiopeiam nova & maxima stella quæ nullum habebat motum proprium; credibile est hanc & supra memoratam quæ anno 945 apparuit eandem fuisse stellam cum eâ quæ a Tychone visa fuit.

Stella nova in pectore Cygni.

Anno 1600 & sequenti deprehendit Keplerus aliam novam stellam in pectore Cygni quæ multos annos ibidem perstitit, & Hevelio apparuit tertiæ magnitudinis; evanuit tamen anno 1660 indeque ad annum 1666 latuit, donec in mense Septembri eam denuo conspexit Hevelius nudo oculo, ut stellam sextæ magnitudinis, & quidem in eodem loco quo fuerit ab anno 1601 ad usque 1662.

Ex catalogis fixarum liquet plures stellas fuisse à veteribus & etiam à Tychone observatas quæ nunc non amplius conspiciuntur. Et speciatim Pleiades vulgo habentur numero septem, at nunc in serena nocte, non plures quam sex

cerni possunt. Unde Ovidius lib. 3*tio* Fastorum

Quæ septem dici, sex tamen esse solent.

Clarissimus Montanerus professor Mathematum Bononiæ literis ad Societatem Regiam datis, Apr. 30. 1670. sic scribit. *Desunt in cælo duæ stellæ 2dæ magnitudinis in puppi navis, ejusque transtris, Bayero β & γ prope canem majorem à me & aliis, occasione præsertim Cometæ Anni 1664 observatæ & recognitæ; earum disparitionem cui anno debeam non novi, hoc indubium est quod à die 10 Apr. 1668 ne vestigium quidem illarum adesse amplius observo, cæteris circa eas etiam tertiæ & quartæ magnitudinis immotis, plura de aliarum stellarum mutationibus plusquam centenis at non tanti ponderis notavi.*

Credibile est stellas has maculis, & corporibus opacis, penitus obsitas & obrutas fuisse; & lucem exinde omnem amisisse, quarum proinde Planetarum cohortes tenui admodum reliquarum fixarum luce tantum illustrantur.

LECTIO

LECTIO VII.

De Motu Telluris annuo circa Solem & circa proprium Axem, & de Motu Apparente Solis & cæli inde orto.

PErluſtratâ curſorie Univerſali Mundi materialis Fabricâ, traditiſque quæ de ſtellis fixis comperta habuimus, ad noſtrum Solare accedamus Syſtema, cujus partes omnes accuratiore intuitu ſunt contemplandæ, nam circa corporum in eo contentorum motus, motuumque phænomena præcipue verſatur noſtra Aſtronomia.

Exordium à motu Terræ.

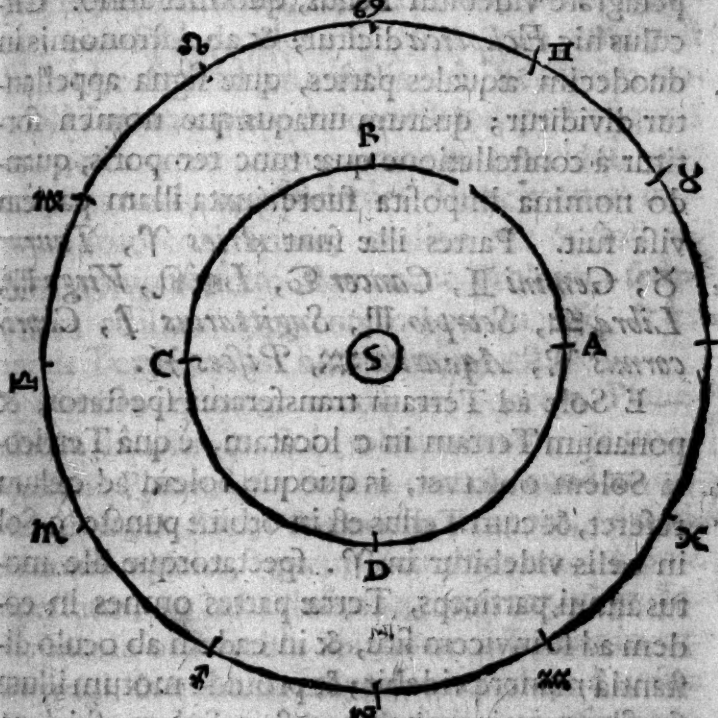
Et primo à Motu Terræ, domicilii noſtri, ſcil. à nobis ipſis convenit ut incipiamus, nam ex noſtro motu oritur motus Solis apparens, ſine quo reliquorum Planetarum phænomena, nec explicari, nec computari poſſunt.

Sed noſtri Syſtematis centrum occupat.

Oſtenſum eſt in præcedentibus, Solem noſtri ſyſtematis corpus maximum & nobiliſſimum, ſuique generis unicum, centrum occupare, à quo ille undique diffundens radios, Planetarum corpora opaca luce ſuâ illuſtrat, & calore fovet, atque vivificat, circa hunc aguntur in orbem diverſis periodis & diſtantiis Planetæ omnes, inter quos Tellus numeratur, quæ periodum abſolvit ſpatio unius anni, & interea circa ſuum axem vertitur ſpatio viginti quatuor horarum. Cumque diſtantia Fixarum à Terrâ vel Sole

Tellus circa Solem movetur & interea circa ſuum Axem.

Sole sit admodum immensa, respectu distantiæ Terræ à Sole, eadem apparebit cæli stellati facies, idem manebit situs, atque ordo fixarum ad se invicem, sive è Sole, sive è Terrâ, aspi-



ciantur astra. Sed cum corpora omnia longinqua ad cælum referantur, Spectator in Sole locatus, videbit Tellurem circulum in cæli stellati superficie maximum, inter fixas describere. *Idem stellarum aspectus è Sole qui est è Terrâ.*

Representet S Solem, A B C D Telluris orbitam in quâ movetur Tellus ab Occidente in Orientem, scil. ab A per B C D. Spectator in S Terram in A positam ad stellam ♈ referet; cum Terra pervenerit in B, illam juxta stellam in ♋ aspiciet & cum ad C progressa fuerit in ♎ videbit, in D vero delatâ Tellure è Sole in ♑ eam spectabit. Et in A pe- *Motus Terræ à Sole spectatus.*

A periodum perficiens rursus in ♈ videbit eam.

Hinc si planum orbitæ Telluris ad fixas usque protendatur, efficiet in superficie cæli sphærica concava, circulum quem inter fixas peragrare videbitur Tellus, quolibet anno. Circulus hic *Ecliptica* dicitur, & ab Astronomis in duodecim æquales partes, quæ signa appellantur dividitur; quarum unaquæque nomen sortitur à constellatione quæ tunc temporis, quando nomina imposita fuere juxta illam partem visa fuit. Partes illæ sunt *Aries* ♈, *Taurus* ♉, *Gemini* ♊, *Cancer* ♋, *Leo* ♌, *Virgo* ♍, *Libra* ♎, *Scorpio* ♏, *Sagittarius* ♐, *Capricornus* ♑, *Aquarius* ♒, *Pisces* ♓.

Ecliptica.

Ecclipticæ partes duodecim.

E Sole ad Terram transferatur spectator, & ponanum Terram in c locatam, è quâ Terricola Solem observet, is quoque Solem ad cælum referet, & cum Tellus est in orbitæ puncto c Sol in cælis videbitur in ♈. spectatorque ille motus annui particeps, Terræ partes omnes in eodem ad se invicem situ, & in eadem ab oculo distantiâ manere videbit; & proinde motum illum sensibus percipere non potest; at Solem aspiciens, cum ad D pervenerit Terra, Solem juxta stellam in ♋ videbit, & eum inter fixas locum mutasse deprehendet, & ab ♈ per ♉ & ♊ ad ♋ pertransisse; Ex D vero ad A progrediens Terra, Sol ex eâ conspicietur signa ♋ ♌ & ♍ percurrisse; & rursus dum semicirculum A B C describit Terra, Sol per sex signa ♎ ♏ ♐ ♑ ♒ ♓ in superficie cæli sphærica deferri videbitur. Terricola igitur Solem loco reverà immotum, eundem in cælo circulum describere videbit, quem spectator in Sole Terram deprehendet percurrere.

Motus Solis apparens à Terrâ.

Hinc

Hinc oritur motus ille apparens Solis versus stellas orientaliores. Ut si stella observetur prope Eclipticam, una cum Sole oriri; aliquot interjectis diebus, Sol magis versus orientem promotus videbitur, & stella ante Solem orietur, citiusque occidet; sic etiam quæ nunc post Solis occasum videtur stella, in Eccliptica notabili satis intervallo à Sole distans, post aliquod interjectum tempus, unà cum Sole occidet, nec amplius noctu conspicietur: Hunc motum motui diurno contrarium, realem esse & Soli revera competentem statuebant Ptolomei sectatores; at illum apparentem tantum esse, & ex motu Terræ ortum hic ostensum est.

Similes quoque motus reliquorum Planetarum Incolæ in Sole observabunt, & unusquisque Planeticola Solem circa se eundem circulum inter fixas, & eodem tempore, describentem aspiciet, quem idem Planeta, è Sole Spectatus, in cælo describere videtur, v. gr. Jovis Incola observabit Solem circa Jovem in orbem agi, & circulum diversum quidem à nostra Ecliptica, & per diversas stellas transeuntem percurrere, spatio duodecim annorum. *Similes Solis motus à reliquis Planetis spectantur.*

Eadem ratione & ob similes causas, Sol videbitur ex Saturno alium diversum circulum circa ipsum absolvere, spatio triginta annorum, qui tempus periodicum Saturni complent. Cumque impossibile sit, ut omnes hi motus simul sint in Sole, nec ratio excogitari potest, cur unus eorum potius quam reliqui Soli tribuatur; dicendum est, omnes esse tantum apparentes & ex veris motibus Planetarum ortos.

Præter motum hunc Circulationis Annuum, *Gyratio Terræ circa suum Axem.*

Terra etiam circa ſuum Axem rotatur, ab occidente in orientem, & puncta illa duo in quibus Telluris Axis ejus ſuperficiei occurrit, Telluris Poli dicuntur; & ſi Axis utrinque ad cælum producatur, ſignabit quoque in cælo duo puncta, qui poli cæleſtes nominantur: unumquodque autem punctum in Telluris ſuperficie, polis exceptis, ex hujus rotationis natura, deſcribet circumferentiam circuli majorem vel minorem, prout punctum ſignatum plus minuſve fuerit à polis remotum & poli erunt ſoli loci in ſuperficie Telluris, omnis rotationis expertes. Locus autem ille qui deſignatur à puncto, æqualiter ab utroque polo remoto, maximum circulum deſcribit, & is Telluris *Æquator* ſeu *circulus Æquinoctialis* dicitur; reliqui circuli minores paralleli appellantur.

Telluris Poli.

Telluris Æquator & Paralleli.

Porro ſi per punctum, in quo inſiſtit ſpectator, duci intelligatur planum Tellurem tangens, ad cælum uſque protenſum, hoc planum in duas partes cælum dividet, & circulum in illo efficiet qui *Horizon* dicitur, cæli partem conſpicuam & viſui patentem, ab illa infra depreſſam, & propter Telluris opacitatem, latentem diſtinguens. Hic Horizon eſt proprie Horizon ſenſibilis, à quo differt rationalis qui tranſit per centrum Terræ, ſenſibili parallelus. Hi duo circuli in cælo coincidere cenſendi ſunt, evaneſcente in tanta diſtantia ipſorum intervallo, ſeu Telluris ſemidiametro.

Horizon circulus.

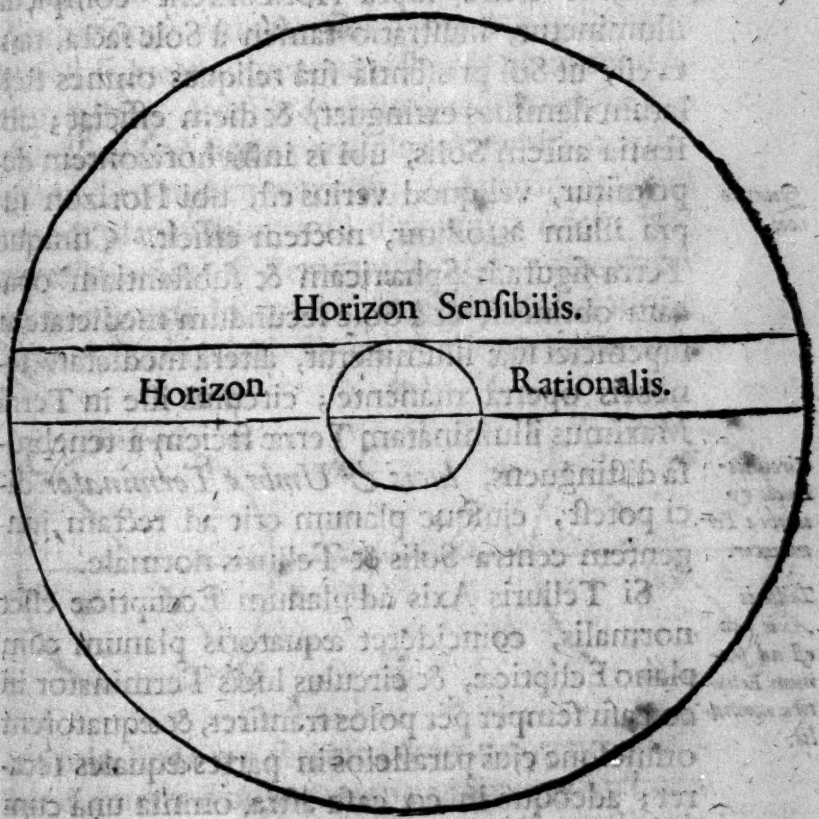
Senſibilis.

Rationalis.

Cum Terra circa ſuum Axem rotetur, huic inſiſtentem ſpectatorem unà cum horizonte ſuo ſimul in eandem plagam (ſcil. Orientem) rotari neceſſe eſt, unde verſus ortum poſita prius inconſpicua,

Rotatio Terræ efficit motum diurnum apparentem cæli ab oriente in occidentem.

conſpicua retegentur, propter Horizontem infra illa ſubſidentem, & alia verſus occaſum abſcondentur, Horizonte ſupra illa elevato; & ideo ſpectator illa ſupra Horizontem aſcendere ſive oriri videbit, hæc infra eundem deſcendere;



unde & Plagis iſtis, talia nomina ſunt impoſita. Hinc provenit motus ille apparens omnium corporum mundanorum, Terræ non adhærentium; quo cælum omne ſidereum & unumquodque in eo punctum præter Polos circa Axem Telluris ad cælum productum ab orien-

te in occidentem rapi, & circulos deſcribere videntur, majores aut minores, pro majore aut minore ipſorum diſtantia à polis, qui ſoli ut puncta immota ſpectantur.

Quando fit dies. Licet ſuperficiei Terreſtris locus quilibet à qualibet ſtellâ ſupra Horizontem conſpicuâ illuminetur, illuſtratio tamen à Sole facta, tanta eſt, ut Sol præſentiâ ſuâ reliquas omnes ſtellarum flammas extinguat, & diem efficiat; abſentia autem Solis, ubi is infra horizontem deprimitur, vel quod verius eſt, ubi Horizon ſupra illum attollitur, noctem efficit. Cumque Terra figuram Sphæricam & ſubſtantiam opacam obtineat, & à Sole ſecundum medietatem ſuperficiei ſuæ illuminetur, alterâ medietate tenebris opertâ manente; circulus ille in Terrâ Maximus illuminatam Terræ faciem à tenebroſa diſtinguens, *lucis & Umbræ Terminator* dici poteſt, ejuſque planum erit ad rectam jungentem centra Solis & Telluris normale.

Quando nox.

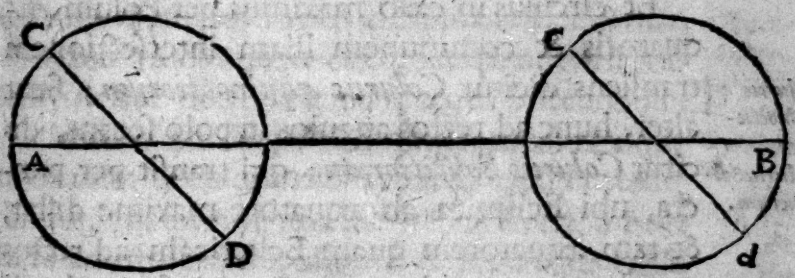
Circulus Lucis & umbræ Terminator.

Telluris Axis non eſt ad planum Eclipticæ normalis. Si Telluris Axis ad planum Eccliptícæ eſſet normalis, coincideret æquatoris planum cum plano Eclipticæ, & circulus lucis Terminator in eo caſu ſemper per polos tranſiret, & æquatorem omneſque ejus parallelos in partes æquales ſecaret; adeoque in eo caſu aſtra omnia unà cum Sole tantundem temporis ſupra Horizontem fierent conſpicua, quantum infra cum depreſſa laterent, dieſque noctibus per totum Terrarum orbem perpetuo forent æquales. Verum Axis Terræ non eſt ad Eccliptícæ planum perpendiculariter erectus, ſed ad illud inclinatur angulo 66½ graduum; nec proinde coincidet planum Æquatoris cum plano Eccliptícæ.

Et

Et si planum æquatoris ad cælum usque protendatur, efficiet in cælo circulum, qui Æquator seu Æquinoctialis cælestis nominatur, & hi duo circuli, Æquinoctialis nimirum & Ecliptica angulum constituunt $23\frac{1}{2}$ graduum.

Ita verò in suâ orbitâ progreditur Tellus, ut Axem suum retineat sibi semper parallelum; hoc est, si ducatur linea quævis, axi in quovis ejus situ parallela, Axis ille in omnibus aliis orbitæ suæ punctis eidem lineæ parallelus manebit: nec unquam directionem variabit, sed versus eandem mundi plagam continuò dirigetur. Atque hoc necessario fiet, si Terra nullo alio motu præter progressivum in orbita propria, & rotatione circa Axem ciatur. Sit enim corpus cujus cen-



trum in linea A B feratur, & in A notetur quælibet diameter C D, utcumque ad lineam A B inclinata, si corpus nullum alium præter progressivum motum habeat, cum ad B pervenerit Diameter C D in situ c d priori C D parallelo invenietur, quod si eidem corpori circa Axem C D rotatio imprimatur, omnes ejusdem corporis diametri præter Axem, situs suos constanter mutabunt. At Axis per rotationem illam è statu suo non turbabitur, adeoque parallelus, ut prius, sibi semper manebit.

Hinc constat non opus esse, ut tertius quidam motus Terram exerceat, quo parallelismum Axis sui conservaret, ut quidam somniârunt: ad hoc enim nihil aliud requiritur, quàm ut soli prædicti duo motus Terræ imprimantur, nam si tertius nullus eidem insit, Axis necessario erit perpetuo eidem rectæ parallelus, cui semel parallelus erat.

Cum planum Æquatoris non coincidat cum plano Eclipticæ, hæc duo plana se mutuo in rectâ lineâ secabunt, & communis eorum sectio sibi semper parallela manebit; ob eandem scil. causam, quâ Axis Terræ parallelismum conservare ostensus est. Sectio itaque illa ad duo opposita Eccliptícæ puncta semper dirigitur easdemque semper Universi partes respicit.

Colurus æquinoctiorum. Et circulus in cælo maximus per Polum Æquatoris & communem illam intersectionem transiens dicitur *Colurus æquinoctiorum*; sicut alter, hunc ad rectos angulos in polo secans, dicitur *Colurus Solstitiorum*; qui transit per puncta, ubi Ecliptica ab æquatore maxime distat, & tam æquatorem quam Eclipticam ad rectos angulos secat, adeoque per utriusque circuli polum transit. Quatuor puncta, in quibus hi duo coluri Eccliptícæ occurrunt, *Puncta Cardinalia* appellantur; quod Sole in iis existente, quatuor anni Cardines seu tempestates determinant. Et duæ intersectiones coluri Æquinoctiorum cum Ecliptica dicuntur puncta Æquinoctialia, aliæ duæ in quibus colurus Solstitiorum occurrit Eccliptícæ, dicuntur puncta Solstitialia.

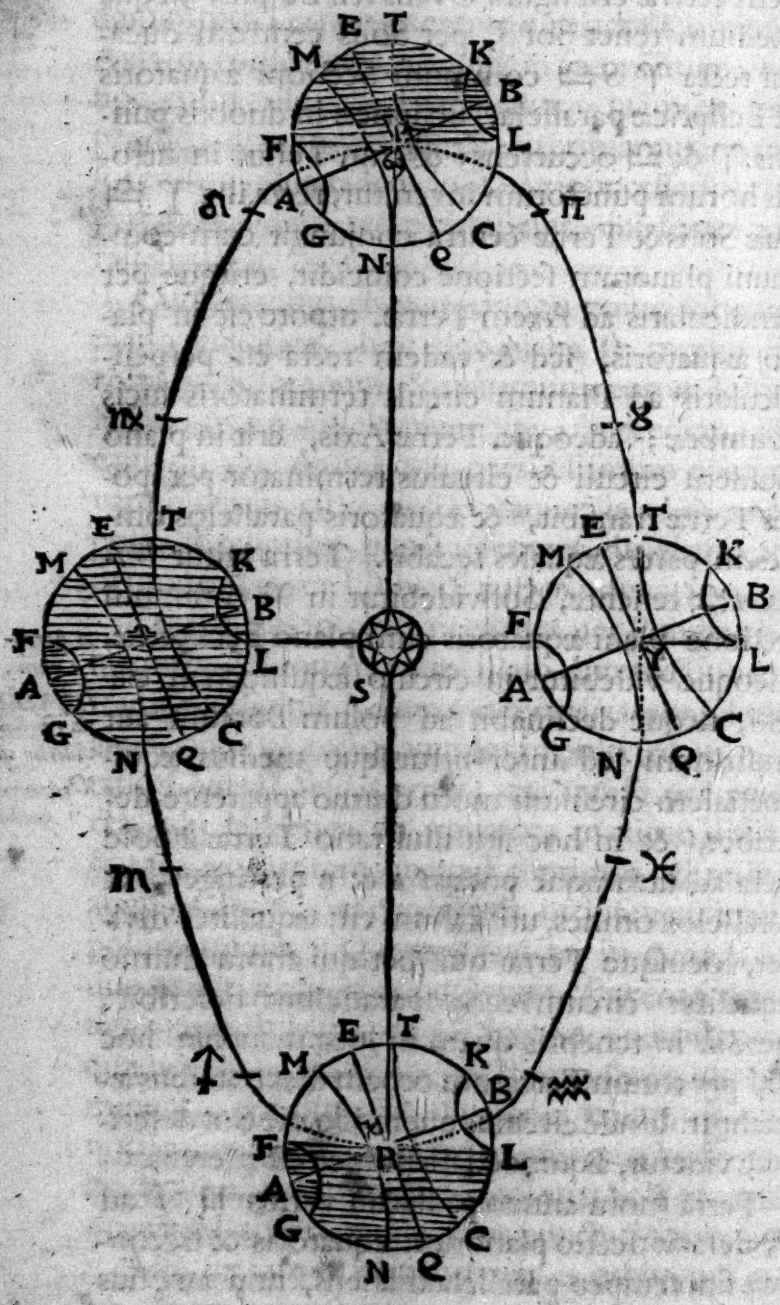
Colurus Solstitiorum.

Aspiciat jam ex obliquo oculus orbitam Terræ, cujus repræsentatio secundum leges Artis per-

perſpectivæ erit figura Ovalis ſeu Ellipſis, in quâ medium tenet Sol S, per Solis centrum ducatur recta ♈ S ♎ communi Sectioni æquatoris & Eclipticæ parallela, Eclipticæ in duobus punctis ♈ & ♎ occurrens; & cum Tellus in utrovis horum punctorum invenitur, recta illa ♈ ♎ quæ Solis & Terræ centra conjungit cum communi planorum ſectione coincidit, eritque perpendicularis ad Axem Terræ, utpote eſt in plano æquatoris, ſed & eadem recta eſt perpendicularis ad Planum circuli terminatoris lucis & umbræ; adeoque Terræ Axis, erit in plano ejuſdem circuli & circulus terminator per polos Terræ tranſibit, & æquatoris parallelos omnes in partes æquales ſecabit. Terra igitur *Initium* ♎ tenente, Sol videbitur in ♈ communi ſectione plani æquatoris cum plano Eccliptiæ, adeoque videbitur in circulo æquinoctiali cæleſti, neque declinabit ad polum Borcum aut Auſtrinum ſed inter utrumque medius æquinoctialem circulum motu diurno apparente deſcribet, & in hoc ſitu illuſtratio Terræ à Sole facta ad utrumque polum A & B pertinget, & parallelos omnes, uti dictum eſt, æqualiter dividet, locuſque Terræ quilibet qui motu diurno æqualiter circumvectus parallelum deſcribit, tamdiu in tenebris quàm in luce manebit, hoc eſt, per totum Terrarum orbem dies noctibus æquantur. Unde circulus quem illo die Sol deſcribere videtur, æquinoctialis nomen eſt adeptus.

A parente cum Terra eſt in ♎ & Sol videtur in ♈.

Terrâ motu annuo paulatim verſus ♍ ♌ ad ♑ delatâ, ſectio planorum æquatoris & Eclipticæ ſibi ſemper parallela manens, non amplius verſus Solem dirigitur, ſed in ♑ facit cum linea S P


E T
M K
B
F L
A
G N C
S
F
A
G N C
E T
M K
B
F L
A
G N C
E T
M K
B
F L
A
G N C
E T
M K
B
F L
A
G N C

jungente Solis & Terræ centra angulum rectum. Cumque linea illa S P non ſit in æquatoris, ſed in Eclipticæ plano, Angulus B P S, quem cum eo facit Axis Terræ non erit rectus ſed acutus 66½ graduum æqualis, ſcil. inclinationi Axis Terræ ad Planum Eclipticæ. Fiat angulus S P L rectus, & circulus lucis Terminator per punctum L tranſibit, & arcus B L, ſeu angulus B P L, erit 23½ graduum, æqualis ſcil. complemento anguli B P S ad rectum. Fiat angulus B P E rectus, & recta P E erit in æquatoris plano, unde ob arcum B E æqualem arcui L T, æquali quadranti, erit ablato communi B T, arcus T E æqualis L B, æqualis 23½ gradibus. Fiat E M æqualis E B, & deſcribantur per T & M paralleli æquatoris duo T C M N. Hic dicitur *Tropicus Cancri* ♋, ille *Tropicus Capricorni* ♑, & Terrâ in hoc ſitu exiſtente, Sol ſuper punctum Terræ T perpendiculariter eminet; ubi maxime ad Boream ab æquatore declinat, & circulus, quem tunc temporis motu diurno deſcribere videbitur, ſuper circulum T C directe eminet & proinde Tropicus ♋ cæleſtis dicitur. Et propter revolutionem diurnam circa Axem ſtabilem omnia paralleli T C puncta per idem punctum T tranſibunt, & Soli directe obvertentur, tunc Sol in meridie fiet verticalis omnibus habitatoribus paralleli T C. Dumque Tellus hanc poſitionem obtinet, manifeſtum eſt, circulum lucis terminatorem ultra Polum Borealem B pertingere in L, & citra Auſtrinum A deſinere in F; Per L & F deſcribantur circuli æquatori paralleli, circuli illi *Polares* dicuntur, ille *Arcticus* hic *Antarcticus*: & Telluris Tractus polari Arctico K L incluſus, non obſtanti revolutione diurna

Apparentiæ cum Terra eſt in ♑ & Sol videtur in ♋ ſcil. puncto Solſtitiali æſtivo.

Tropici duo.

Circuli Polares.

urna, continua in luce versabitur perpetuoque die fructur; è contrario, quæ circulo Antarctico concluditur Terræ portio, continuis tenebris & nocte involvetur. Patet porro, cujuslibet circuli æquatori paralleli, inter hunc & polarem Arcticum interjecti, partem majorem in luce versari, cujusvis autem qui æquatorem & polarem Antarcticum interjacet, partem majorem tenebris obvolvi, & quidem partes illæ majores erunt aut minores, prout circuli ab æquatore magis minusve distant. Itaque in illo Telluris situ, cum Sol in ♋ apparet, Borealis hemisphærii incolis longissimi fiunt dies, noctes brevissimæ, adeoque illis erit æstas. Australis autem Hemisphærii incolæ noctes habebunt longissimas, dies brevissimos, & Hyemis frigora sentient.

Quibus dies sunt longissimi.

Quibus brevissimi.

Et quidem cujusque loci longiores erunt dies longissimi; & breviores noctes brevissimæ, prout locus ille ab æquatore remotior est. Vidimus etiam ex omnibus parallelis solum æquatorem circulum utpote maximum, secari in partes æquales à terminatore lucis, adeoque incolæ, qui in æquatore degunt, soli habebunt per totum annum dies noctibus æquales.

Procedente Terra à ♍ per ♒ ♓ ad ♈, quo tempore Sol signa ♋ ♌ & ♍ peragrare videtur, Sol paulatim versus æquatorem revertitur, & cum ad ♈ pervenerit Terra, Sol videtur in ♎ ubi communis intersectio æquatoris & Eccliptiæ sibi parallela manens per Solem transibit, & Sol in Æquatore cælesti conspicietur, ubi rursus dies noctibus æquales efficiet, pari modo quo factum est dum Terra erat in ♎, & in eo denuo situ circulus lucis terminator per polos transibit, adeo

Apparentia cum Sol videtur in ♎ puncto æquinoctiali Autumnali.

deo ut polo B quo Tellus ♎ reliquit, nimirum per ſemeſtre ſpatium perpetua fuit dies, quippe qui in luce verſabatur, ſicut A polus ſemeſtri premebatur noctu.

Terrâ porro per ſigna ♈ ♉ & ♊ motâ Sol inrerim per ♎ ♏ & ♐ apparenter incedens paulatim ab æquatore verſus auſtrum declinare videbitur, & Terra reverà in ♋ exiſtente Sol inter fixas in ♒ videbitur. Et cum Axis BA non mutaverit inclinationem, ſed ſibi parallelus, manſerit, aſpectum & poſitionem reſpectu Solis, Terra habebit, omnino ſimilem ei, quem obtinebat dum ♒ occupabat. Sed cum hâc differentiâ, quod cum circulus KL, dum Terra ♒ tenebat, una cum tractu Terræ intus contento totus fuit in luce, jam Terra in ♋ exiſtente totus tenebris tegitur. Et oppoſitus FG jam totus eſt in luce qui prius tenebris fuit involutus.

Apparente quando Sol videtur in ♒ puncto Solſtitiali Hyberno.

Ex parallelis inter æquatorem & polum B, arcus illuminati ſeu diurni minores ſunt tenebroſis ſeu nocturnis, cujus contrarium prius acciderat; ex alteris verſus polum A jacentibus parallelis, arcus diurni jam ſunt majores nocturnis, cujus oppoſitum accidebat in priori Terræ poſitione. Sol quoque verticalis factus erit Tropici MN habitatoribus, & deſcendet verſus auſtrum à parallelo TC ad parallelum MN per arcum CQN 47 graduum. Hinc Sol in quolibet ultra tropicos verſus alterutrum polum loco altius obſervabitur in meridiano, ſeu propius ad verticem accedit per 47 integros gradus unâ anni tempeſtate quam in oppoſitâ, atque hæc omnis mutatio non proficiſcitur ex eo, quod Terra deprimitur aut elevatur, ſed contra

Sol proprius accedit ad verticem habitatoribus ultra Tropicos per 47 integros gradus unâ anni tempeſtate quam aliâ.

contra ex eo quod nuſquam deprimitur, nuſquam elevatur; ſed eundem ſemper retinet ſitum & ſtatum reſpectu Univerſi, Solem tantummodo circumiens, qui poſitus eſt in medio fere iſtius orbite quem deſcribit Terræ centrum motu annuo.

Quomodo hæc omnia oculis repræſententur.

Hæc omnia oculis fient manifeſta, ſi in loco obſcuro accendatur candela, quæ Solem repræſentet, & Globus comparetur, cujus diameter ſit duorum aut trium digitorum in quo ſignentur poli, æquator, ejuſque paralleli aliquot, & meridiani; deinde ita teneatur Globus, ut ejus Axis non fiat ad Horizontem (qui hic loci Eclipticæ planum refert) perpendicularis, ſed ad illum aliquantulum inclinatus; deinde primò in eo ſitu ponatur Globus, ut Polorum unus plagam cæli Boream reſpiciat & lumen candelæ ad utrumque Polum exacte pertingat, hoc eſt circulus lucis & Umbræ terminator per Polos tranſeat; & probe notetur Axis poſitio, ſeu plaga mundi ad quam dirigitur; tandem circa candelam in circulo horizonti parallelo, ita feratur Globus, ut Axis ejus eandem plagam ſcil. boream ſemper reſpiciat; & tunc videre licebit flammam candelæ eodem prorſus modo illuminare Globum, Polos, æquatorem ejuſque parallelos, quo Terra à Sole reverà illuſtratur, & eadem prorſus conſpicientur Phænomena, quæ prius de Sole & Terra declaravimus.

Phænomenis ex vertigine Terræ ortis, ſimilia obſervari poſſunt ex alio quovis Planeta circa Axem rotato. *v. gr.* cum Jupiter circa Axem ſuum vertitur ſpatio decem horarum; Jovis incola

incola videbit cælum omne ſidereum & Terram noſtram una cum Sole circa ipſum eodem tempore motu rapidiſſimo revolvi. At cum Jovis Axis ad planum ſuæ orbitæ ſit normalis, circulus lucis Terminator ſemper & ubique per polos tranſibit, unde in Jove dies noctibus ſunt perpetuò æquales, & Jovis incola uniformem per totam periodum ſentiet temperiem, nec æſtatis calores aut Hyemis frigora pertimeſcet.

Si per Telluris, Soliſve centrum (perinde enim eſt, cum hæc duo puncta è cælo ſtellato ſpectata coincidere videntur) erigatur recta ad planum Eclipticæ perpendicularis, & ad cælum uſque producatur; dicitur hæc linea *Axis Eclipticæ*, punctumque quod in cælo offendit erit *Ecclipticæ Polus*. Quod ſi per hunc Polum, & quaſlibet ſtellas, traducantur circuli maximi, erunt ex natura ſphæræ omnes ad Eclipticam perpendiculares. Et ſecundarii Eclipticæ ſeu Latitudinum circuli nominantur. Et Arcus ejuſmodi circuli inter ſtellam quamvis & Eclipticam interceptus, dicitur iſtius ſtellæ Latitudo, ſeu diſtantia ab Ecliptică. Sicut Arcus Eclipticæ inter initium ♈ & ejus interſectionem cum Secundario per ſtellam tranſeunte dicitur Longitudo ſtellæ.

Axis Ecliptica.

Polus Ecliptica.

Secundarii Ecliptica.

Stellæ Latitudo.

Longitudo ſtellæ.

Similiter ſi per polum Telluris ſeu Æquatoris & quælibet loca in ſuperficie Telluris traducantur circuli, erunt omnes ad Æquatorem perpendiculares, & ſecundarii Æquatoris nominantur; Locorum verò reſpectu Meridiani dicuntur, quia cum Sol in Plano alicujus Meridiani videtur, incolis ſub illo Meridiano degentibus fit Meridies. Arcus ſecundarii inter locum quemlibet & Æquatorem interceptus dicitur

loci

Loci latitudo. *Loci longitudo.*

loci Latitudo quæ est distantia ejus ab Æquatore. Et arcus Æquatoris interceptus inter sectionem ejus cum Æquatore, et punctum aliquod in Æquatore fixum dicitur loci Longitudo.

LECTIO VIII.

De Variis aliis Phænomenis ex motu Terræ Pendentibus.

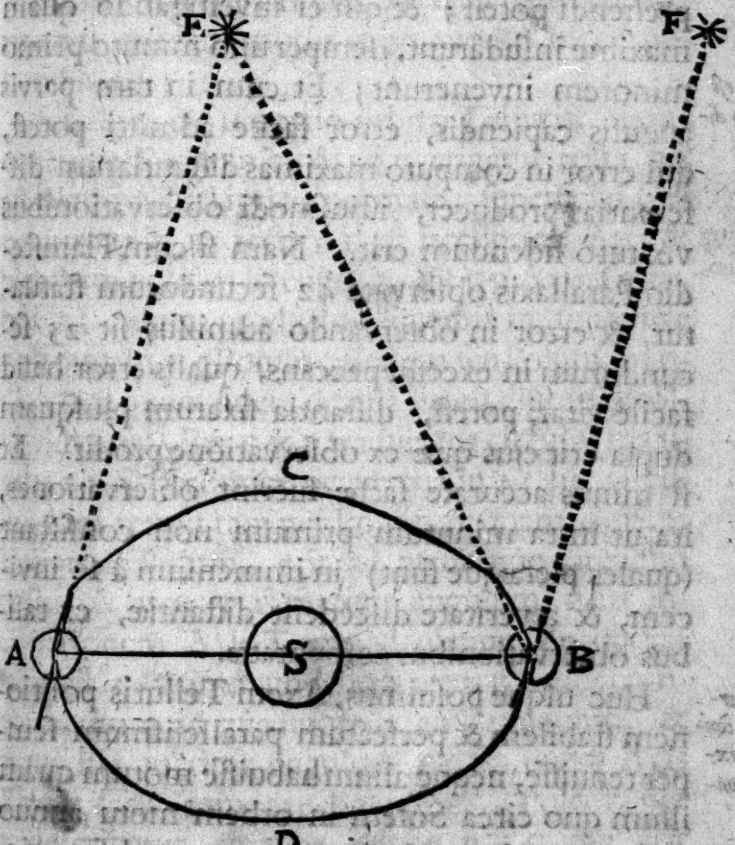
CUM Terra circa Solem ita feratur, ut ejus Axis sibi semper parallelus maneat, necesse erit ut Axis ille diversis anni temporibus, ad diversas fixas dirigatur; & stella seu punctum cæli quod directè supra Polum terrestrem imminet in æstate, in hyeme non directè eidem Polo incumbet; sed punctum, cui hyeme dirigitur Axis, à priore distabit intervallo diametri orbitæ Terræ.

Terræ Axis debet ad diversas Fixas diversis anni temporibus dirigi.

Sit enim ACBD orbita Terræ, in cujus centro sit Sol S, cum Terra est in A, axis ejus dirigitur ad stellam E, quæ directè supra Polum imminet, at cum ad oppositum orbitæ punctum B pervenerit Terra, Axis in positione priori parallela, non ad E dirigitur sed ad aliam stellam F, quæ duæ fixæ distabunt à se invicem intervallo æquali AB diametro orbitæ Telluris, Angularis autem seu observabilis stellarum distantia erit angulus EBF, cui æqualis est angulus AEB. per 29 El. I. qui est angulus sub quo videtur

videtur diameter orbitæ quam orbem Magnum appellant Aſtronomi, è Fixa E conſpecta. Angulus ille E B F vel A E B *Parallaxis orbis magni* dicitur; & ſi is obſervati poterit, daretur fixæ E diſtantia à Terra, reſpectu Solis diſtantia ab

Parallaxis orbis magni Quid?



eadem. Nam in triangulo E A B datur angulus E, æqualis E B F obſervatione ſcil. noto; datur etiam angulus E A B, qui in æquinoctiis eſt rectus, in Solſtitiis autem eſt æqualis inclinationi Axis Terræ ad planum Eclipticæ, & univerſaliter

unius

ter est ubique æqualis complemento declinationis Solis. Unde dabuntur omnes anguli & latus A B, & proinde per Trigonometriam innotesceet latus A E distantia Fixæ.

Parallaxis orbis magni vix observabilis.

Verum tanta est fixarum distantia ut angulus ille E B F exquisitissimis instrumentis vix deprehendi potest; & qui ei investigando quam maxime insudârunt, semper uno minuto primo minorem invenerunt; Et cum in tam parvis angulis capiendis, error facile admitti potest, qui error in computo maximas distantiarum differentias producet, istiusmodi observationibus vix tutò fidendum erit. Nam si cum Flamstedio Parallaxis observata 42 secundorum statuatur, & error in observando admissus sit 25 secundorum in excessu peccans, qualis error haud facile vitari potest, distantia fixarum plusquam dupla erit ejus quæ ex observatione prodit. Et si minus accurate factæ fuerint observationes, ita ut intra minutum primum non consistant (quales pleræque sunt) in immensum à se invicem, & a veritate discedent distantiæ, ex talibus observationibus computatæ.

Incerta est fixarum distantia.

Axis Terræ non conservat exactum parallelismum.

Huc usque posuimus, Axem Telluris positionem stabilem & perfectum parallelismum semper tenuisse, neque alium habuisse motum quàm illum quo circa Solem in orbem motu annuo defertur. At ex plurium annorum observationibus deprehenderunt Astronomi, Axem illum à parallelismo paululum deflectere, motu quidem lentissimo, ita ut aberratio à parallelismo intra duos tresve annos facta vix sensibilis evadat; plurium tamen annorum decursu satis notabilis invenitur. Adeoque dum Phænomena

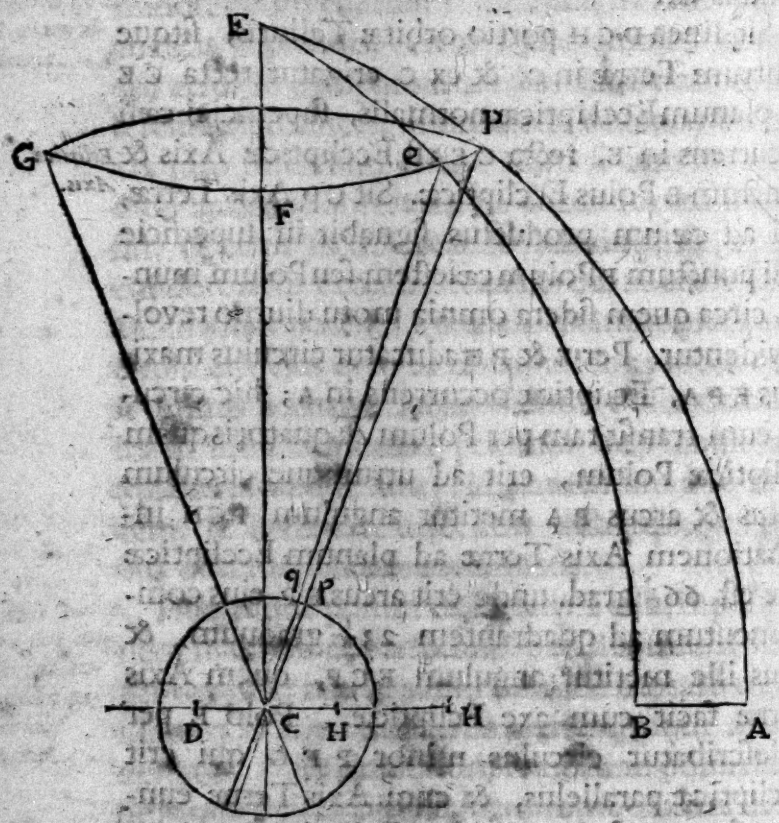
unius

unius anni Explicanda erant, de tantillâ aberratione omnino tacendum fuit, utpote quæ Phænomena tradita minime turbaret, quæ tamen temporis progressu sensibilis invenitur, & directionem Axis mutari vidimus quamvis ejus inclinatio ad planum Eccliptícæ immutabilis maneat. Unde Telluris Axi necessario competit alius quidam motus cujus modus hic exponendus est.

Sit linea D C H portio orbitæ Telluris, sitque centrum Terræ in C, & ex C erigatur recta C E ad planum Eccliptícæ normalis, superficiei cæli occurrens in E, recta C E est Eccliptícæ Axis & punctum E Polus Eccliptícæ. Sit C p Axis Terræ, qui ad cælum productus signabit in superficie cæli punctum P Polum cælestem seu Polum mundi, circa quem sidera omnia motu diurno revolvi videntur. Per E & P traducatur circulus maximus E P A, Eclipticæ occurrens in A; hic circulus cum transit tam per Polum Æquatoris quam Eclipticæ Polum, erit ad utrumque circulum rectus & arcus P A metitur angulum P C H inclinationem Axis Terræ ad planum Eccliptícæ quæ est $66\frac{1}{2}$ grad. unde erit arcus E P ejus complementum ad quadrantem $23\frac{1}{2}$ graduum, & arcus ille metitur angulum E C P, quem Axis Terræ facit cum axe Eclipticæ. Polo E per P describatur circulus minor P F G qui erit Eccliptícæ parallelus, & cum Axis Terræ eundem semper facit cum Axe Eclipticæ immutabilem angulum scil. $23\frac{1}{2}$ graduum; Polum mundi P in peripheria circuli P F G semper locati necesse est. Quinetiam si eandem quoque directionem immutabilem retineret Axis, *Eclipticæ Axis.*

quoties Terra in orbitæ ſuæ puncto C invenitur, Polus Mundi in puncto immoto P ſemper conſpiceretur; verum obſervatum eſt Polum in peripheriâ P F G locum continuo mutare; & Axis Terræ qui prius ad P dirigebatur, poſt ſeptuaginta & duos annos ad punctum Q dirigitur uno gradu â P verſus anteriora remotus, ita ut Axis Telluris ſive mundi motu conico feratur

Polus mundi regreditur in circulo minore parallelo Ecclipticæ.



ſeu deſcribat ſuperficiem Coni cujus vertex eſt Terræ centrum C & baſis circulus P F G; Et Polus P ſemper fertur in peripheria P F G motu lentiſſimo, & retrogrado, ſive ab oriente in occidentem,

occidentem, & periodum absolvit in peripheria P F G non nisi post 25920 annos, post quod tempus Polus à stella in P digressus ad eundem rursus dirigitur. Atque hinc sequitur stellam in P quæ hodie cum Polo coincidit, post 12960 annos (semiperiodum nempe motus Poli) per integros gradus 47 ab eodem Polo dimotam ire scil. cum Polus est in G.

Circulus maximus E P A, cum transit per Polos tam Ecclipticæ quam æquatoris, erit ad utrumque circulum perpendicularis. Ac proinde est colurus Solstitiorum; & Ecclipticæ punctum A erit Solstitium seu punctum Ecclipticæ omnium maxime ab æquatore declinans; cum Axis Terræ productus pervenerit ad situm C Q, si per Polos Ecclipticæ E & æquatoris Q ducatur circulus maximus E Q B, hic circulus erit ad utrumque circulorum, Ecclipticæ nimirum & Æquinoctialis, perpendicularis; adeoque Axe Terræ hunc situm tenente, erit circulus ille E Q B colurus Solstitiorum, & B erit Solstitii punctum, adeoque semper una cum Polo regredientur Solstitia, & quidem æqualiter. Nam cum motus Poli in peripheria P F G fuerit P Q unius v. gr. gradus, erit A B regressus Solstitii unius quoque gradus sunt enim arcus Q P, B A (cum sint paralleli) similes.

Circulus E P A est colurus Solstitiorum.

Puncta Solstitialia regrediuntur,

Hinc Solstitii puncta à stellis fixis continuo recedunt, adeo ut si punctum Ecclipticæ Solstitiale sit hodie juxta stellam A, post septuaginta & duos annos Solstitium erit in B uno gradu à stella versus occidentem dimotum. Cum itaque puncta Solstitiorum continuo regrediuntur, necesse erit ut puncta æquinoctialia omniaque

Puncta æquinoctialia simili & æquali motu retrocedunt,

reliqua Eccliptícæ puncta ſimili & æquali motu retrocedant, quippe quæ à Solſtitiis dato intervallo diſtant. Nempe cum inter puncta Æquinoctialia & Solſtitia 90 gradus ſemper interjacent, quando Solſtitia per unum gradum regreſſa fuerint, neceſſe erit ut tantundem retrorſum ferantur Æquinoctialia puncta; alioquin non maneret eadem ſemper diſtantia eorundem à ſe invicem. Puncta itaque æquinoctialia cum omnibus reliquis Eccliptícæ punctis continuo regrediuntur, qui motus dicitur fieri in *Antecedentia*, ſeu ad occidentem & contra ſeriem ſignorum, ſicut alter motus, quo Terra & Planetæ omnes feruntur circa Solem ab occidente in orientem dicitur fieri in *Conſequentia*, ſive juxta ordinem ſignorum ab ♈ ad ♉ ♊, &c. Motus ille æquinoctiorum retrorſum dicitur eorum *Præceſſio* qua in præcedentia ſeu antecedentia ſignorum feruntur.

Motus in Antecedentia quid?

Motus in Conſequentia.

Præceſſio æquinoctiorum.

Cum ſtellæ fixæ immobiles maneant, & retrocedat communis ſectio Æquatoris & Eccliptícæ, neceſſe eſt ut fixarum diſtantia à punctis æquinoctialibus continuo mutetur, & ſtellæ ab iiſdem punctis verſus orientem magis quotidie promoveri videantur; unde ipſarum longitudines quæ in Eccliptícâ ab initio Arietis ſive interſectione Eccliptícæ & Æquatoris vernali computantur, continuo creſcant; & fixæ omnes videntur ferri in conſequentiâ ſignorum, non quod reverâ in orientem moventur, ſed quod contrario motu regreditur punctum æquinoctii vernalis, à quo ſtellarum longitudines initium ducunt.

Punctorum æquinoctialium motus in antecedentia, efficit motum Fixarum apparentem in conſequentia.

Hinc

Hinc fit, quod conſtellationes omnes mutaverunt loca, quæ tenebant dum à primis Aſtronomis obſervatæ fuerunt; Et conſtellatio Arietis, quæ tempore Hipparchi prope interſectionem Eccliptícæ & Æquatoris vernalem viſa fuit, eidemque Eccliptícæ portioni nomen ſuum communicavit; nunc ab eâdem digreſſa in ſigno Tauri commoratur; ſicut & Tauri conſtellatio Geminorum ſedem occupat, Geminique in Cancrum promoti ſunt, & Cancer Leonem ex ſede expulit, & hic Virginem e loco detruſit. Ita ut unaquæque conſtellatio ex illo tempore è ſuo in proximæ tranſivit locum. Quamvis autem Conſtellationes è locis migrârunt, Eccliptícæ tamen portiones ſeu *Dodecatamoriæ* quas tempore Hipparchi tenebant ſidera, nomina ab iiſdem ſideribus deſignata adhuc retinent; At ut diſtinguantur, Portiones Eclipticæ vocantur ſigna *Anaſtra*, Conſtellationes vocantur ſigna *ſtellata*. *Conſtellationes Eccliptícæ mutaverunt Loca.*

Veteres quidam Aſtronomi ſectiones Eclipticæ & Æquatoris fixas & immobiles ſtatuebant, at quoniam ſtellas ab hiſce punctis diſtantias continuo mutare obſervarunt, Fixarum ſphæram ſupra Polos Eccliptícæ lentiſſimo motu volubilem poſuerunt. Ita ut ſtellæ omnes circuitus in Eccliptícâ aut ejus parallelis abſolvant ſpatio 25920 annorum, poſt quod tempus Fixæ ad priſtinas ſedes reſtituentur. Quod Temporis ſpatium, quod ætatem Mundi quinquies ſuperat, Annum magnum vocabant, quo demum finito res omnes eodem ordine renaſci voluerunt. *Annus Magnus Quid?*

Præceſſionum æquinoctiorum Cauſam Phyſicam ante Newtonum Aſtronomorum nemo vel conjecturâ aſſequi potuerit; at ille perpenſis motûs & Gravitatis legibus, è figura Telluris ſphæroidicâ motum illum oriri demonſtravit. Et figura ſphæroidica ex vertigine Terræ ortum ducit.

Motus Terræ æquabilis non eſt.

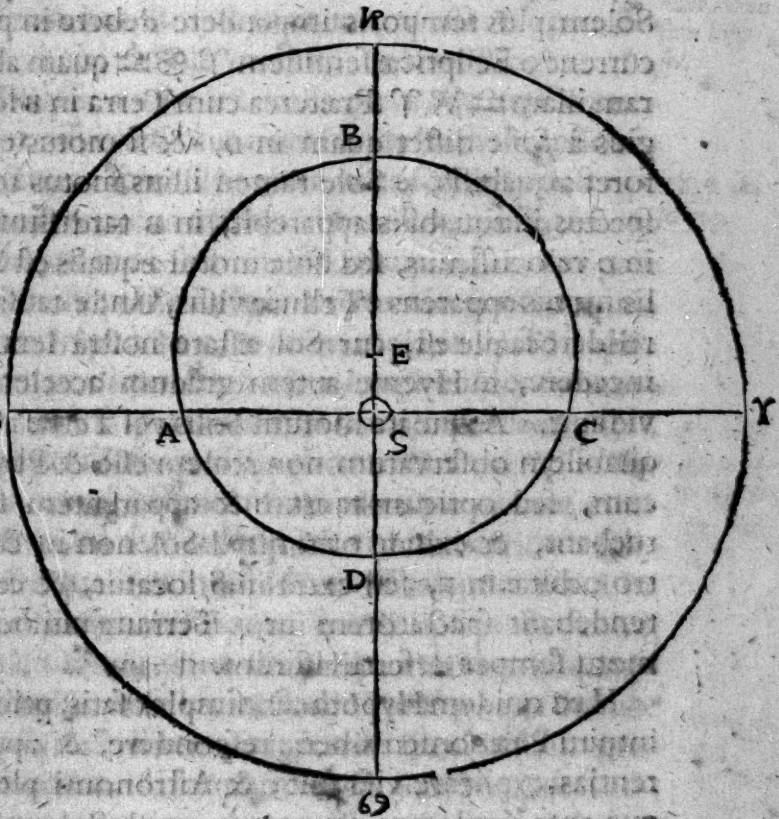
Quamvis Terra ita circa Solem motu annuo feratur, ut æqualibus ſemper temporibus periodos abſolvat, motus tamen ejus in ſuâ orbitâ per totam periodum, æquabilis non eſt; ſed nunc gradum accelerat, nunc remittit; in aliquibus orbitæ ſuæ locis velocius incitatur, in aliis remiſſius; adeoque motus apparens Solis in Eccliptică uniformis non erit; neque ille quidem conſpicitur æquam Eccliptícæ portionem ſingulis diebus deſcribere; æſtate noſtrâ ſegnius incedit, hyeme incitatius ferri videtur: Et tanta quidem eſt motuum differentia, ut locus ejus in Eccliptică aliquando antecedat duos fere gradus, locum quem teneret, ſi æquabili motu latus eſſet, aliquando per tantidem ſpatium ab eo deficit; Præterea Sol obſervatur in ſex ſignis Borealibus diutius commorari, per octo integros dies quam in ſex Auſtralibus, adeo ut ab Æquinoctio vernali ad autumnale ſunt dies 186½, quo tempore unam Eccliptícæ ſemiſſem motu apparente deſcribere videtur; at ab Æquinoctio autumnali ſunt tantum dies 178½, quo tempore alteram Eccliptícæ ſemiſſem & ſigna Auſtralia Sol videtur percurrere. Obſervationes quoque oſtendunt diametrum Solis apparentem tempore Hyberno, ubi motus ejus eſt velociſſimus, majorem eſſe quam in æſtate, ubi Sol tardiſſimus incedit

Æſtas octo diebus longior Hyeme.

Apparens Solis diameter major Hyeme quam æſtate.

cedit. Et differentia quidem tanta est, ut Hyeme ubi Sol maximus apparet, videtur sub angulo 32′ & 47″, at æstate ubi minimus, ejus diameter est 31′. 40″, quæ differentia minuto major est, adeoque longius debet abesse æstate quam Hyeme.

His Phænomenis ut satisfacerent quidam Astronomi, orbitis circularibus pertinaciter nimium adhærentes; statuebant quidem Tellurem in peripheriâ circuli æqualiter moveri, & æquales angulos circa centrum æqualibus temporibus describere; at Solem non in istius circuli



centro locari ſupponebant, ſed extra in determinatâ à centro diſtantia ſtatuebant.

Motus Terræ in circulo excentrico.

Sit Circulus A B C D orbita Terræ, cujus centrum E atque Sol ſit in S. Cum Terra eſt in A, Sol videbitur in puncto ♈, & cum ad B pervenerit Terra, Sol in ♋ conſpicietur; ad C autem delatâ Tellure, Sol ſignum ♎ tenere aſpicietur; & dum Tellus ab A ad C pervenerit, Sol unam tantum Eccliptícæ medietatem motu apparente peragraſſe videbitur; alterum autem Eccliptícæ dimidium motu apparente percurret Sol, dum Terra orbitæ ſuæ portionem C D A deſcribet. Et cum arcus A B C arcu C D A major ſit, liquet Solem plus temporis impendere debere in percurrendo Eclipticæ ſemiſſem ♈ ♋ ♎ quam alteram illam ♎ ♑ ♈. Præterea cum Terra in B longius à Sole diſtet quam in D, & ſi motus ejus foret æquabilis, è Sole tamen illius motus conſpectus inæquabilis apparebit, in B tardiſſimus, in D velociſſimus, ſed huic motui æqualis eſt Solis motus apparens è Tellure viſus, Unde cauſam reddere facile eſt, cur Sol æſtate noſtrâ lentius incedere, in Hyeme autem gradum accelerare videtur. Atque ita motum Solis vel Terræ inæquabilem obſervatum non realem eſſe & Phyſicum, ſed opticum tantum & apparentem ſtatuebant, & exinde oriri quod Sol non in centro orbitæ in E, ſed extra in S locatur, & contendebant ſpectatorem in E Terram uniformi motu ſemper deferri viſurum.

Hæc quidem Hypotheſis, ſimplex ſatis, primo intuitu Phænomenis bene reſpondere, & apparentias explicare viſa fuit; & Aſtronomi plerique ante Keplerum ut veram amplectebantur.

Apud

Apud eos enim tanquam indubitatum invaluit Axioma, motus omnes cæleſtes in ſe æquabiles eſſe, & orbitas perfecte circulares. At cum accuratiori examini cæleſtes motus ſubjecit Magnus Keplerus, obſervationibus Tychonis Brahei innixus; Axioma hoc motibus Planetarum veris non congruere deprehendit. Et certiſſimis rationibus ab eo oſtenſum fuit, motus Planetarum veros nec eſſe in ſe æquabiles, nec eorum orbitas eſſe perfecte circulares. Obſervationes enim teſtantur, idque ultra omnem diſputationem, Figuram orbitæ Planetariæ eſſe Ellipſin, ſive ovalem, & a circulo deficientem, motumque Planetæ in hac Ellipſi inæqualem eſſe & pro diſtantiâ ſuâ à Sole intendi, & remitti.

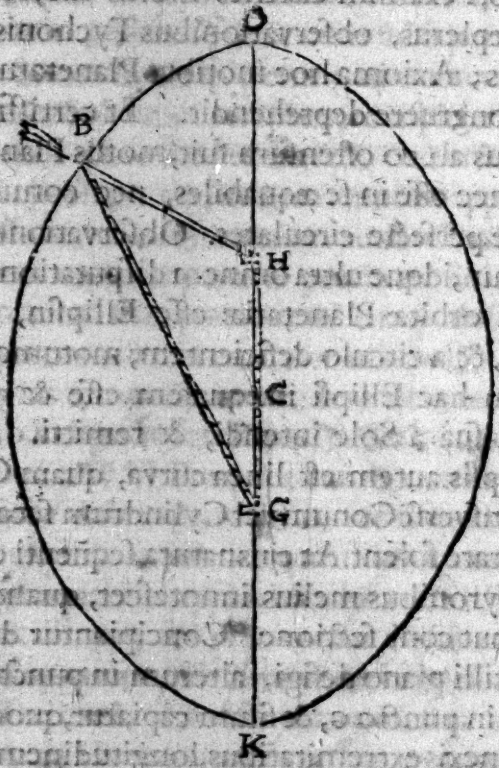
Motus Planetarum veri nec æquabiles nec eorum orbitæ perfecte circulares ſunt.

Planetarum orbitæ ſunt Ellipſes.

Ellipſis autem eſt linea curva, quam Geometræ tranſverſe Conum vel Cylindrum ſecando repreſentare ſolent. At ejus natura ſequenti deſcriptione tyronibus melius innoteſcet, quam ex cylindri aut coni ſectione. Concipiantur duo pali ſeu paxilli plano defigi, alterum in puncto H, alterum in puncto G, & filum capiatur, quod duplicatum nexis extremitatibus, longitudinem quamvis diſtantia paxillorum H G majorem adæquet; illudque filum paxillis circumponatur, & in fili duplicaturâ immiſſo ſtylo paloſque circum eundo & filum ſemper eadem vi adducendo ut ſcil. illud æqualiter intendatur, linea curva D K B in plano deſignabitur, quæ erit Ellipſis. Et ſi non mutatâ longitudine fili pali tantum H G aliquanto propius ad ſe invicem adducantur, alia denuo Ellipſis deſcribetur, ſed alterius ſpeciei quam prior, & ad circuli formam magis accedens, & ſi adhuc propius admoveantur Pali, alia itidem habebitur

Ellipſis deſcriptio.

bitur Ellipsis; postremo si conjungantur paxilli, Ellipsis in circulum migrabit. Puncta H & G, ubi



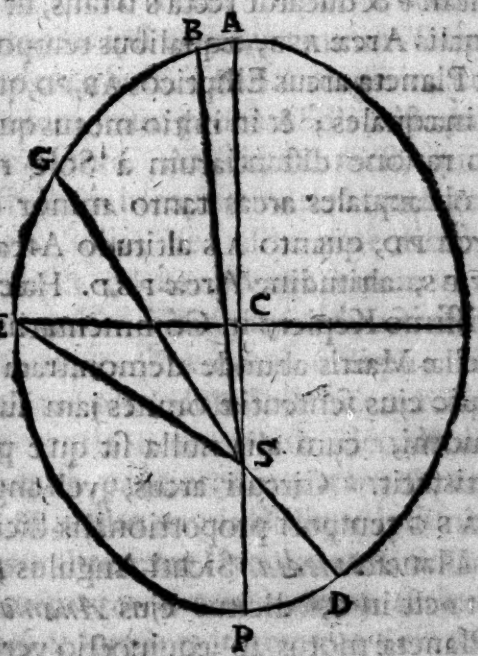
Foci seu Umbilici Ellipseos.

Pali figuntur, dicuntur Ellipseos *Foci* seu *umbilici*, & Bisecta HG in C, punctum C erit centrum Ellipsis recta DK per focos & centrum transiens & utrinque in Ellipsi terminata, dicitur Axis Ellipseos. Hinc apparet si ex aliquo puncto in Ellipsi pro arbitrio electo verbi gr. B, agantur ad focos duæ lineæ BH, BG, has duas lineas simul junctas Ellipseos Axi æquales fore, seu longitudini fili, dempta HG distantia focorum.

Sol

Sol non in Ellipseos centro seu puncto Axis medio, sed in focorum alterutro, locatur, & Axis Ellipseos AP dicitur linea *Apsidum*, A *summa Apsis* seu *Aphelium*, P *ima Apsis* seu *Perihelium*; & SC distantia inter Solem & centrum Ellipseos, *Excentricitas* dicitur: si ex centro ad axem erigatur C E Ellipsi occurrens in E & ducatur S E, hæc linea dicitur *Distantia Planetæ media* à Sole; æqualis scil. semiaxi majori C A vel C P, quæ est media Arithmetica inter maximam & minimam Planetæ a Sole distantiam; verum in orbitis

Linea Apsidum.
Aphelium.
Perihelium.
Excentricitas.
Distantia media.



planetariis Ellipsium formæ à circularibus parum recedunt, ita ut in orbita Terræ forma Ellipseos talis est, ut Excentricitas S C sit tantum partium fere 17 qualium distantia media

S E

Excentricitas orbitæ Terræ qualis.

S E est 1000, estque excentricitas dimidia tantum pars istius quam posuere Astronomi, qui Terram in circulari orbita deferri contendebant.

Motus Planetæ in Ellipsi qualis.

Planeta in Ellipseos perimetro fertur, non quidem motu æquabili, sed eâ ratione, ut radis à centro Solis immobili ad planetam ductus, & motu angulari latus verrat, seu describat Aream Ellipticam tempori proportionalem: *v. gr.* sit Planeta in A, ex quo in quavis temporis particulâ ad B perveniat, & Area quam verrat radius è Sole ad Planetam ductus sit ASB; si deinde Planeta sit in P & ducatur recta S D talis, ut Area PSD sit æqualis Areæ ASB; æqualibus temporibus percurret Planeta arcus Ellipticos AB, PD, qui quidem erunt inæquales; & in initio motus quam proximè in ratione distantiarum à Sole reciprocâ; Nam ob æquales areas tanto minor erit arcus A B arcu P D, quanto A S altitudo Arcæ A S B est major P S, altitudine Areæ P S D. Hæc omnia à Sagacissimo Keplero in Commentariis de motibus stellæ Martis abunde demonstrata sunt, atque huic ejus sententiæ omnes jam subscribunt Astronomi, cum alia nulla sit quæ phænomenis satisfacit. Circuli arcus, vel angulus, vel Area A S G tempori proportionalis dicitur *Anamolia* Planetæ *media.* Sicuti Angulus A S G cum Planeta est in G, dicitur ejus *Anamolia vera:* at si Planetæ motus ab æquinoctio vernali computetur, seu ab initio Arietis; *Motus ejus in Longitudinem* dicitur, estque vel medius, qualis esset si Planeta motu æquabili orbitam circularem percurreret, vel verus, qui est motus Planetæ reverà competens, & nunc accelera-

Areæ Ellipticæ æquali-terrescunt.

Anamolia Media.

Anamolia vera.

Motus in Longitudinem.

tur, nunc retardatur, pro variâ distantiâ Planetæ à Sole.

Hâc ratione determinare licet locum Planetæ in suâ orbitâ pro quolibet tempore ex quo Aphelium reliquit. Nempe ita dividatur Area Ellipseos rectâ S G, ut Fiat tempus Periodicum Planetæ ad tempus datum, ita Area totius Ellipseos ad Aream A S G, & erit G locus Planetæ quæsitus. Methodos autem varias tradiderunt Geometræ, quibus Ellipsis Area in datâ ratione secanda est, de quibus in proprio loco erit dicendum. *Determinatio loci Planetæ suæ orbitâ.*

Cum in æstate Terra longius à Sole distat, Hyeme propius ipsi accedat, mirum fortasse videtur recedente Sole, Terram magis incalescere, Hyeme autem, cum propius Soli adstamus, ingravescere frigora. At sciendum est, quod Caloris & frigoris incrementa non tota pendent ex distantia Solis, sed aliæ potentiores concurrunt causæ, ad harum qualitatum mutationes producendas. Nam primo directi radiorum impetus fortiores sunt quam obliqui; Hyeme autem oblique admodum Solis lucem recipimus, ejusque potentia non tantum ideo debilitatur, sed etiam quia pauciores in datam superficiem agunt Radii, quo magis oblique ipsis objicitur superficies. Præterea Hyeme, radii Solares obliquius incidentes magis crassum aeris corpus pervadunt, & longiore itinere per aera feruntur quam æstate, quando directius incidunt; unde radiorum vires plures aeris particulas offendendo, magis franguntur quam in æstate. Atque hinc ratio patet cur Solem in Horizonte possumus sine oculorum damno contueri; quem cum altius ascendit oculi ferre non possunt. Est *Quare recedente Terrâ à Sole calor major sit.*

Dies noctibus longiores augent calorem.

Est & alia potentior causa quæ tempestatum varietates inducit, Nempe, notum est quo diutius corpus aliquod durum & solidum, igni objicitur, eo magis id incalescere; At in æstate per sedecim continuas horas, Solis ardori objicimur, & per octo tantum horas ejus absentiam persentimus; cujus contrarium Hyeme experimur, unde non mirum erit tantas his tempestatibus oriri caloris & frigoris differentias.

Quare calor non maximus est, quando Sol tropicum tenet.

Cum Solis potentia maxima sit quando ejus radii sunt directissimi atque dies longissimi, videtur nos debere maximos calores sentire cum Sol Tropicum ♋ occupat, quo tempore propius ad verticem accedit, ejusque radii directiùs, atque diutiùs nos feriunt; quotannis tamen experimur calorem æstivum post digressum Solis à Tropico crescere, & annum maxime fervere circa finem mensis Julii, cum integro fere signo à Tropico distat Sol.

Ut hujus rei causa reddatur, observandum est actionem Solis qua corpora calefacit, non esse transeuntem, qualis est ejus illuminatio, sed permanentem, ita ut corpus semel à Sole calefactum, post ejus absentiam per aliquod tempus calidum maneat, scil. particulæ calorificæ è Sole in corpus calefactum continuo recipiuntur, quæ per aliquod tempus eidem inhærent, & in ipsum agendo calorem excitant, aufugientibus autem istiusmodi particulis frigescit corpus, unde si plures recipiantur in corpore particulæ calorificæ quam aufugiunt, istius corporis calorem continuo crescere necesse erit. Verum in præsenti casu, post adventum Solis ad Tropicum, numerus particularum ae-

rem & Terram noſtram calefacientium continuo creſcit, adeoque augebitur ſimul calor. Ponamus *v. gr.* die, lucente Sole centum tantum particulas calorificas intra corpus aliquod admitti, & nocte, cum ea ſit die brevior, iſtarum tantum quinquaginta avolare, aliis quinquaginta manentibus; proxima die eâdem fere vi agens Sol alias centum particulas eidem corpori immittet, quarum non plures fere quam dimidia pars nocte evadunt, adeoque initio tertii diei numerus particularum calefacientium centenario augebitur; dum itaque plures die recipiuntur particulæ, quam nocte aufugiunt, calor neceſſario creſcet; at decreſcentibus diebus, & noctibus creſcentibus, fiet tandem, ut plures abſente Sole effugiant particulæ quam die recipiuntur, quo fit ut calor continuo minuetur, frigeſcetque Terra.

LECTIO

LECTIO IX.

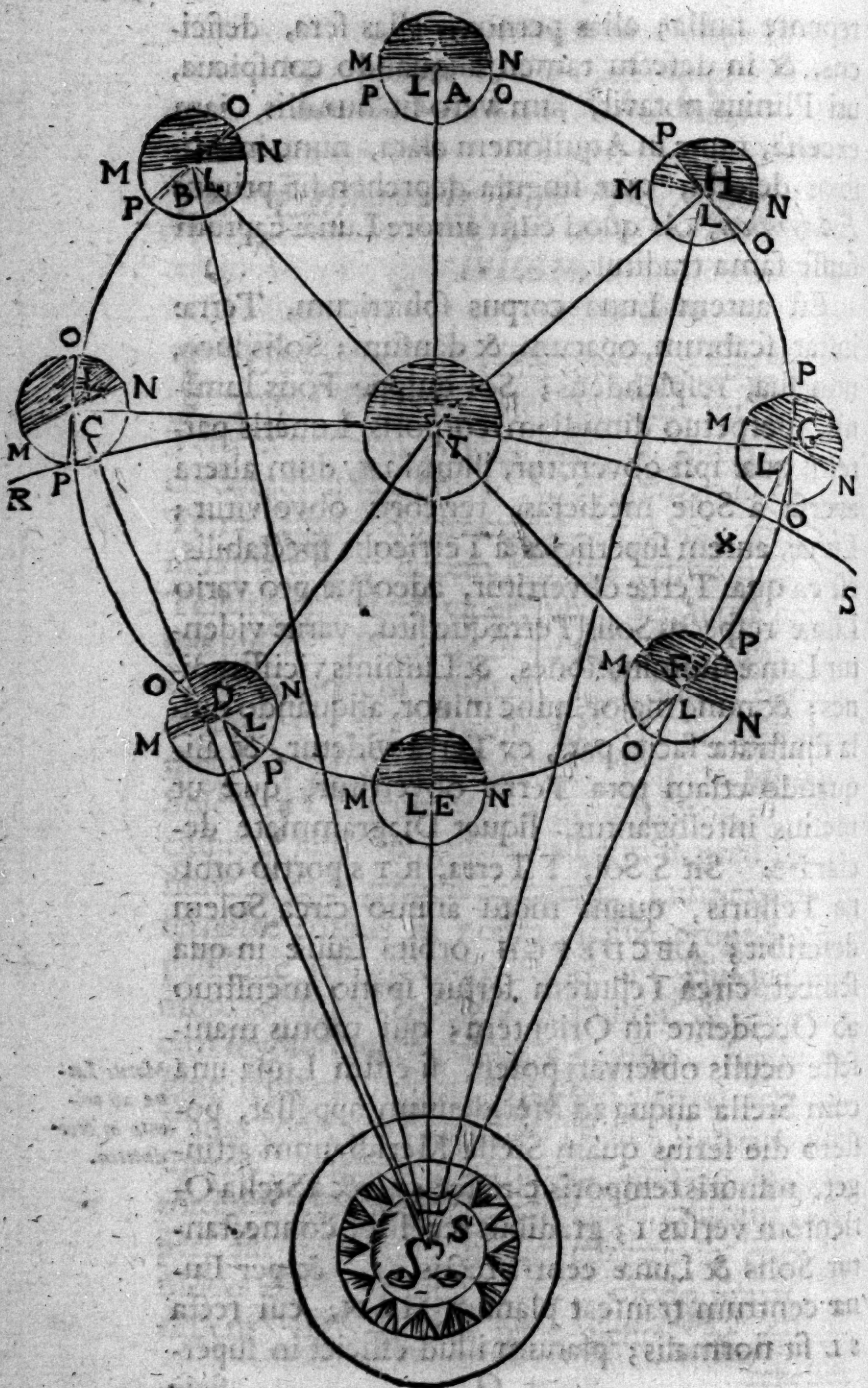
De Luna ejusque Phasibus & Motu.

LUna corporum cælestium omnium, si Solem excipias, splendidissime lucens, ad Terram nostram proprie pertinet, cujus est assecla & indivulsa Comes. Adeo quidem in viciniâ Terræ semper commoratur, ut è Sole spectata, nunquam arcu decem Minutis primis majore à Tellure discedere videretur. Sed terræ perpetuo juncta, ipsique quasi satelles data, una cum eâ revolutionem annuam circa Solem perficit, & interea etiam in orbita circa Tellurem spatio menstruo periodum absolvit. Planetæ primarii Solem ut Centrum Motus atque Rectorem respiciunt, & nunc longissime à Terra degrediuntur, nunc ad eam propius accedunt. Luna tanquam terrestre corpus in nostra viciniâ propriâ propensione seu gravitate detinetur; ejusque vi à motu rectilineo continuo retrahitur, & circa terram revolutionem perficere cogitur, spatio viginti septem dierum, horarum circitet septem. Varias continuo Luna subit Phases, Varias induit formas, adeo ut multiformi ambage semper torqueat contemplantium ingenia, crescens semper, aut seneſcens, modo curvata in cornua, modo æquâ portione divisa, modo sinuata in orbem, mox fulgens orbe pleno, ac deinde repente

repente nulla; alias pernox, alias ſera, deficiens, & in defectu tamen aliquando conſpicua, uti Plinius notavit, jam vero ſit humilis, jam excelſa, nunc in Aquilonem elata, nunc in Auſtros dejecta, quæ ſingula deprehendit primus *Endymion*, ob quod eum amore Lunæ captum fuiſſe fama traditur.

Eſt autem Luna corpus ſphæricum, Terræ inſtar, ſcabrum, opacum, & denſum; Solis luce, non ſua, reſplendens; Sol quippe Fons luminis, perpetuo dimidiam corporis Lunaris partem, quæ ipſi obvertitur, illuminat, dum altera averſa à Sole medietas, tenebris obvolvitur; Lunæ, autem ſuperficies à Terricolis ſpectabilis, eſt ea quæ Terræ obvertitur, adeoque pro vario Lunæ reſpectu Solis Terræque ſitu, variæ videntur Lunæ illuminationes, & Luminis viciſſitudines; & nunc major, nunc minor, aliquando nulla illuſtratæ faciei pars, ex Terra videtur, & aliquando etiam tota Terræ obvertitur, quæ ut melius intelligantur, liquet Diagrammate declarare. Sit S Sol, T Terra, R T S portio orbitæ Telluris, quam motu annuo circa Solem deſcribit; A B C D E F G H orbita Lunæ in qua ſcilicet circa Tellurem fertur ſpatio menſtruo ab Occidente in Orientem; qui motus manifeſte oculis obſervari poteſt, ſi enim Luna una cum Stella aliqua ad Meridianum appellat, poſtero die ſerius quam Stella Meridianum attinget, minutis temporis circiter 47, & à Stella Orientem verſus 13 gradibus receſſit; connectantur Solis & Lunæ centra rectis S L, & per Lunæ centrum tranſeat planum M L N, cui recta S L ſit normalis; planum illud efficiet in ſuper-

Motus Lunæ ab oriente in occidentem.

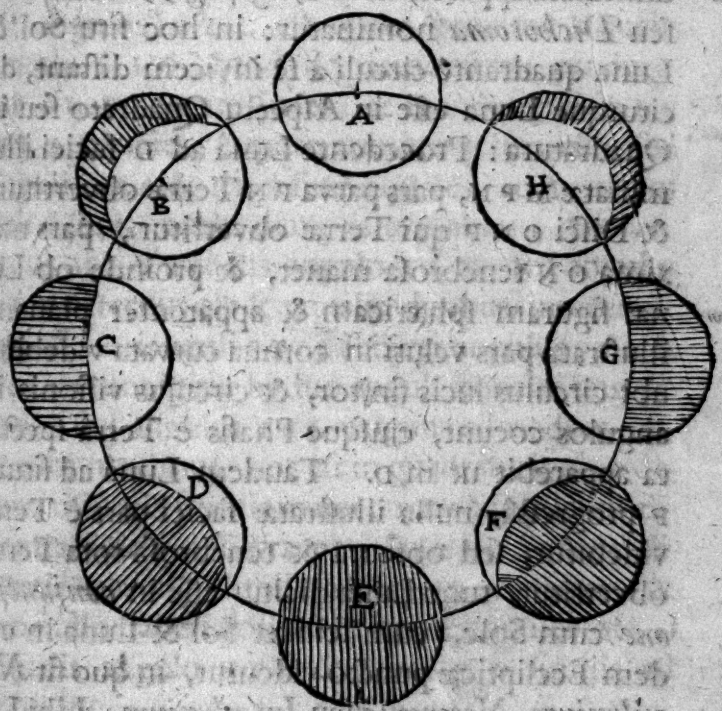

M
N
P
L
A
O
M
N
P
B
L
O
P
M
H
N
L
O
O
N
C
M
P
R
T
P
M
G
L
N
O
X
S
O
D
N
M
L
P
M
F
P
L
N
O
M
LE
N

ficie Lunari circulum, qui erit *Lucis & Umbræ finitor*, illuminatam scilicet faciem à Tenebrosâ distinguens; eodem modo jungantur centra Terræ & Lunæ rectis TL, quæ sint normales ad aliud planum PLO, etiam per Lunæ centrum transiens. Planum illud efficiet in Lunæ superficie circulum, qui Lunæ Superficiem à Terra spectabilem ab aversa & inconspicua dividet, qui itaque *circulus visionis* dici potest.

In Luna circulus lucis finitor.

Circulus visionis.

Hinc patet primò, cum Luna est in situ A, pun-



cto suæ orbitæ Soli oppositio, quod coincidat circulus Lucis finitor cum circulo visionis, & tota Lunæ illustratæ facies Terræ obvertitur, & à Terricolis videtur, in quo casu *Luna plena, pernox, Plenilunium* nominatur, & respectu situs ad

Solem dicitur esse in oppositione; cum scilicet è Terra, Sol & Luna in oppositis cæli punctis videntur. Cum ad B pervenerit Luna, illuminatus semicirculus M P N totus Terræ non obvertitur, sed pars M P è conspectu nostro subducitur, adeoque illuminatio spectabilis à circulo deficiet, & Luna gibbosa apparebit, Phasisque erit ea, quæ in figura pag. 99 per B notatur: Luna ad C perventa, angulus C T S est rectus, & illuminati disci M P N, pars media à Terra videtur, & Luna dimidiata apparet, ut in C, fig. pag. 99. & *Bisecta* seu *Dichotoma* nominatur: in hoc situ Sol & Luna quadrante circuli à se invicem distant, diciturque Luna esse in Aspectu Quadrato seu in Quadratura: Procedente Lunâ ad D faciei illuminatæ M P N, pars parva P N Terræ obvertitur; & Disci O N P qui Terræ obvertitur, pars maxima O N tenebrosa manet, & proinde ob Lunæ figuram sphæricam & apparenter planam, illustrata pars veluti in cornua curvata videbitur ubi circulus lucis finitor, & circulus visionis in angulos coeunt, ejusque Phasis è Terrâ spectata apparebit ut in D. Tandem Lunâ ad situm F progressâ, nulla illustratæ faciei pars è Terra videbitur, sed obscura & tenebrosa tota Terræ obvertitur, tunc Luna dicitur esse in *conjunctione* cum Sole, cum scilicet Sol & Luna in eodem Eccliptice puncto videntur, in quo fit *Novilunium*, *Neomenia* seu *Interlunium*: Ubi Luna ulterius ad F promovetur, corniculatam seu falcatam figuram rursus induit, & ante quidem novilunium, cornua in occasum spectabant, & nunc post novilunium, in ortum tendunt: cum Luna ad G provehitur, & in aspectu cum

Luna Phases declarantur.

Luna gibbosa.

Luna Bisecta.

Luna cornua.

Novilunium.

Sole quadrato venit, bisecta & dimidiata appa-
ret, & in H Gibbosa, & ubi ad A denuo pervene-
rit, rursus pleno fulget orbe.

Arcus E L, seu angulus S T L, contentus rectis ductis è centris Solis & Lunæ ad Terræ centrum, dicitur *Elongatio* Lunæ à Sole, & arcus M O illuminati semicirculi M O N pars illa, quæ Terræ obvertitur, quique est mensura anguli quem circulus Lucis finitor & circulus visionis efficiunt, est ubique quam proxime similis arcui E L Elongationi Lunæ à Sole, seu quod idem est angulus S T L est quam proxime æqualis angulo M L O, quod sic demonstro; producatur S L utcunque in X, & erunt anguli T L P M L S æquales, utpote uterque rectus est; sed anguli O L S & P L X sunt æquales, ad verticem enim sunt, quare demptis æqualibus, erit angulus M L O æqualis angulo T L X, sed angulus T L X externus est & æqualis duobus internis & oppositis trianguli S T L, scilicet angulus S T L & T S L; erunt igitur hi duo anguli æquales angulo M L O sed angulus T S L exiguus admodum est, & cum maximus, hoc est in quadraturis non decem minutis primis major; nam tantilla est distantia Lunæ à Terra præ Solis ab eadem distantia, ut angulus ille ad Solem evanescat, & pro nullo haberi possit; est itaque angulus M L O æqualis angulo S T L & arcus M O similis est arcui E L.

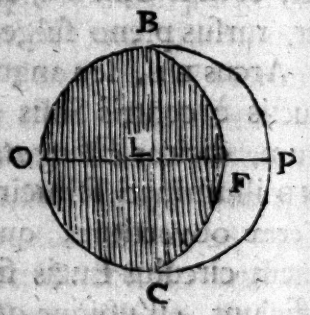
Elongatio Lunæ à Sole.

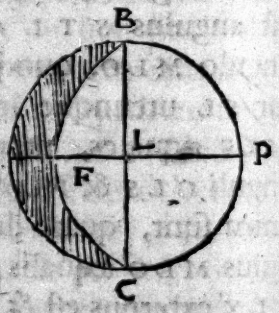
Fide situm Lunæ F.

Semicirculus O M P, cum ejus planum per oculum transit, in rectam O P projicitur, seu in Lunæ disco, ut recta O P apparet, at circulus Lucis finitor, cum obliquè è Terrâ videtur, in Ellipsim projicitur; atque hinc data Elongatione Lunæ à So-

Delineatio Phasis Lunæ pro datâ Elongatione à Sole.

le, facile exhibetur Phasis, sub qua Luna tunc temporis apparet. Repræsentet circulus COBP Lunæ discum è Terra spectabilem, OP rectam in quam projicicitur semicirculus OMP, hanc ad rectos angulos secet alia diameter BC, & posito LP radio, capiatur LF æqualis cosinui elongationis Lunæ à Sole, & axe Majore BC, & semiaxe minore æquali LF, describatur semiellipsis BFC, abscindet illa ex lunari disco partem illuminatam BFC PB è Terrâ spectabilem.

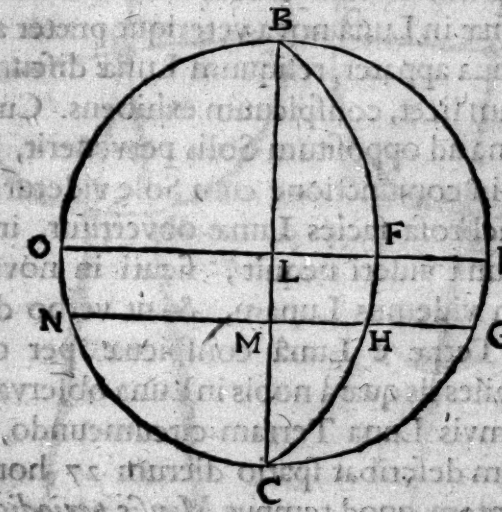




Quantitas illustrationis determinatur.

Cum posito LP radio, LF sit cosinus Elongationis Lunæ à Sole, erit PF sinus versus ejusdem Elongationis; Estque BFC linea (quæ tenebrosam Lunaris disci partem ab illuminata dividit) semiellipsis, cujus axis major æqualis est Lunæ diametro, semiaxis autem minor æqualis est Lunæ semidiametro diminutæ sinu verso Elongationis Lunæ à Sole. Sit jam OBPC Lunæ discus Terræ obversus, BFC semiellipsis illuminatam disci partem à tenebrosa dividens; ducatur quævis recta GHN Axi minori Parallela, & axi majori occurrens in M; Ex natura Ellipsis & circuli, erit LP, ad LF; ut MG, ad MH; adeoque per divisionem rationis LP ad PF ut GM ad GH & duplicando antecedentes PO ad PF ut GN

GN ad GH idem de alia quavis recta GN Axi minori parallela demonstrabitur, adeoque per 12 Elementi 5ti, ut PO ad PF, ita omnes SGN ad omnes GH. Sed omnes GN faciunt Lunæ discum



Terræ obversum, & omnes GH faciunt partem disci illuminatam, adeoque erit PO ad PF seu diameter circuli ad sinum versum elongationis Lunæ à Sole, ut totus Lunæ discus ad partem ejus illuminatam. Hinc illustratio quolibet tempore à Luna facta est ad ejus illustrationem maximam tempore plenilunii, ut sinus versus elongationis Lunæ ad circuli diametrum.

Terra luce reflexâ Lunam illuminat.

Sicut Luna luce Solis reflexa Terram illuminat, sic & Terra plus quàm par pari referens, vicissim solarem lucem reflectendo, Lunæ superficiem multò majore luce perfundit; siquidem cum Terræ superficies sit quindecies circiter major lunari, si Luna & Terra æque in reflectendo polleant, hæc quindecies plus lucis ad Lunam remittet, quàm ab illa accipit.

Et Lunicolis quindecies major apparet Terra, quam nobis Luna videtur. In noviluniis illuſtrata Terræ facies tota Lunæ obvertitur, & tenebroſam Lunæ ſuperficiem luce illuſtrans Lunicolis *Pleniterreum* efficit. Hinc oritur lucula illa, quæ in Lunâ nova veterique præter argentea cornua apparet, reliquum Lunæ diſcum, tenebroſum licet, conſpicuum exhibens. Cum autem Luna ad oppoſitum Solis pervenerit, Terra è Lunâ in conjunctione cum Sole videtur, ejuſque tenebroſa facies Lunæ obvertitur, in quo ſitu è Lunâ videri nequit, ſicuti in noviluniis nos non videmus Lunam, & ut verbo dicam, Phaſes Terræ è Lunâ conſpicuæ per omnia ſunt ſimiles iis quæ à nobis in Luna obſervantur.

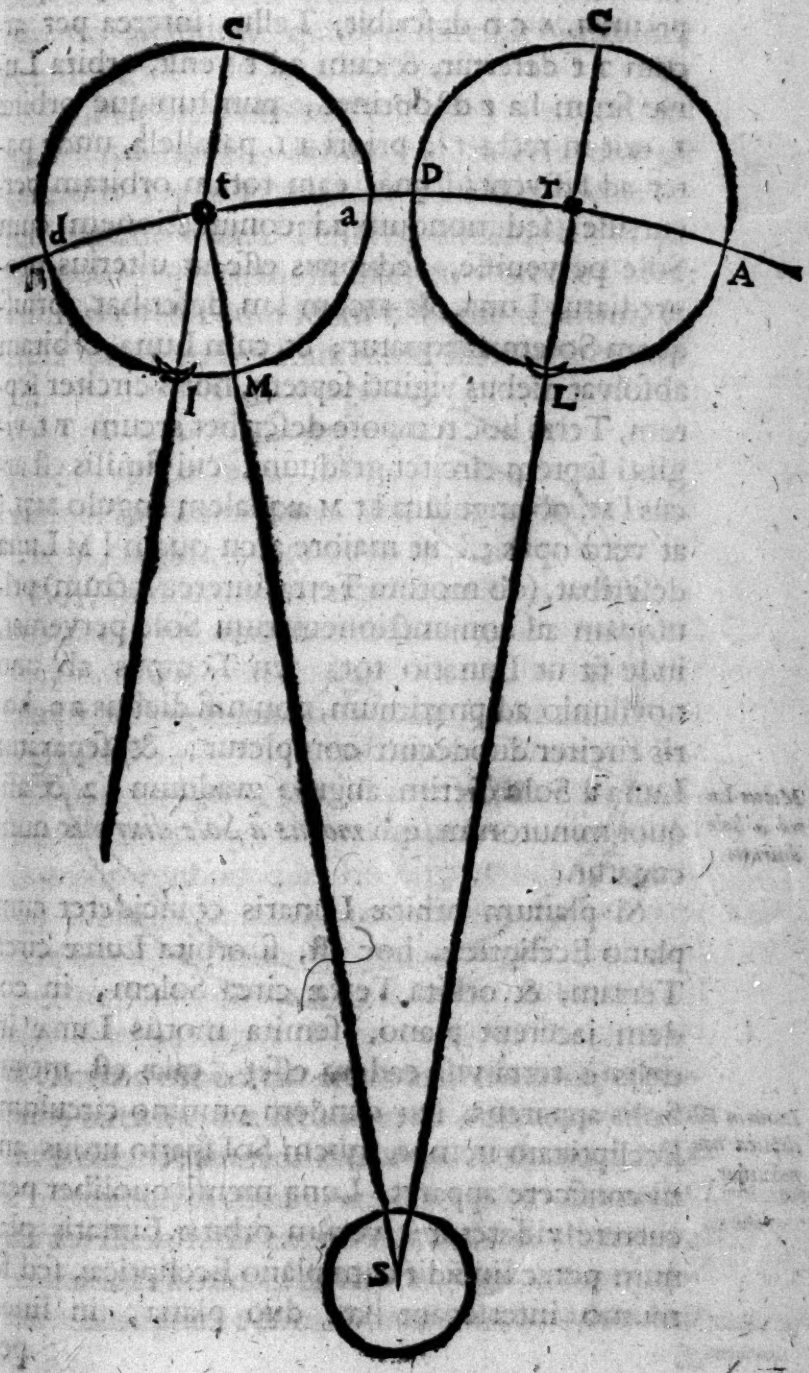
Quamvis Luna Terram circumeundo, orbitam ſuam deſcribat ſpatio dierum 27 horis circiter ſeptem, quod tempus *Menſis periodicus* appellatur, tempus tamen quod impendit Luna, dum ab unâ conjunctione cum Sole ad proximam pervenit, quod *Menſis ſynodicus*, ſeu Lunatio dicitur, menſe Periodico majus eſt. Nam dum Luna in propriâ orbitâ periodum abſolvit, interea Tellus ejuſque comes Luna, cum ſuâ orbita circa Solem eundo, integro fere ſigno verſus Orientem promotæ ſunt, & punctum Orbitæ quod in priore ſitu, in recta centra Terræ & Solis jungente jacebat, nunc Sole paulo Occidentalior eſt, adeoque cum Luna ad illud punctum pervenerit, nondum in conjunctione cum Sole invenitur.

Menſis Periodicus.

Menſis ſynodicus.

Sit enim A B portio orbitæ Telluris, Terra T, S Sol, A C L orbita Lunæ, & cum Terra eſt in T ſit Luna in L in conjunctione cum Sole, &

dum


C
C
t
D
T
d
a
B
A
I
M
L
S

dum Luna ab L digreditur, orbitamque propriam L A C D describit, Tellus interea per arcum T t defertur, & cum ad t venit, orbita Lunæ situm l a c d obtinet, punctumque orbitæ L erit in recta t l, priori T L parallela, unde patet ad l diventâ Lunâ, eam totam orbitam percurrisse, sed nondum ad conjunctionem cum Sole perveniſſe, ſed opus esse ut ulterius progrediatur Luna, & arcum l m describat, priusquam Solem assequatur; & cum Luna orbitam absolvat diebus viginti septem, horis circiter septem, Terra hoc tempore describet arcum T t viginti septem circiter graduum, cui similis est arcus l M, ob angulum l t M æqualem angulo MSL; at verò opus est ut majore arcu quam l M Luna describat, (ob motum Terræ interea factum) priusquam ad conjunctionem cum Sole perveniat, inde fit ut Lunatio tota seu Tempus ab uno novilunio ad proximum, non nisi diebus 29, horis circiter duodecim completur, & separatur Luna à Sole dietim angulo graduum 12 & aliquot minutorum, qui *motus à Sole diurnus* nuncupatur.

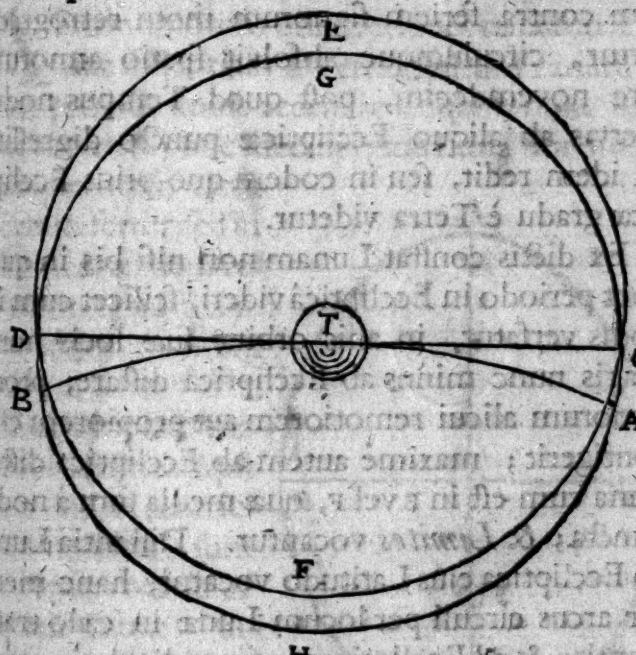
Motus Lunæ à Sole diurnus.

Si planum orbitæ Lunaris coincideret cum plano Eccliptica, hoc est, si orbita Lunæ circa Terram, & orbita Terræ circa Solem, in eodem jacerent plano, semita motûs Lunæ in cælis è terrâ visa eadem esset, quæ est motus Solis apparens, seu eundem omnino circulum, Ecclipticam nempe, quem Sol spatio unius anni conficere apparet, Luna menſe quolibet percurrere videretur; verùm orbitæ Lunaris planum non coincidit cum plano Eccliptica, sed se mutuo intersecant hæc duo plana, in linea per

Luna in Ecliptica non movetur.

per centrum Terræ transeunte, eorumque inclinatio angulum quinque circiter graduum constituit.

Sit A B portio orbitæ Telluris, T Terra, circulus C E D F Lunaris orbita, cujus centrum est centrum Terræ T, eodem centro T describatur in plano orbitæ Telluris, circulus C G H, cujus diameter æqualis sit diametro orbitæ Lunæ: Hi duo circuli cum idem habeant centrum, in recta per Terram transeunte se intersecabunt,



& Lunaris orbitæ medietas una C E D supra planum circuli C G H attolletur in Boream; altera medietas D F C deprimetur in Austrum, recta C D communis circulorum intersectio *Linea nodorum* dicitur, & anguli C & D *Nodi* dicuntur; & quidem nodus C, ubi Luna ascendit supra planum Eccliptiæ versus, Boream *nodus ascendens* & Lineæ nodorum. Nodus ascendens.

& *caput Draconis* nuncupatur, & brevitatis causâ sic ☊ notatur; alter nodus D, ubi Luna in Austrum descendit, *Nodus descendens* & *cauda Draconis* nominatur, cujus signum est ☋ & si Linea nodorum immobilis esset, hoc est non alium haberet motum, præter illum quo circa Solem fertur, ad idem Eccliptícæ punctum semper dirigeretur, utpote sibi semper parallela manens, sed linea Nodorum continuo situm mutare deprehenditur, & ab Oriente in Occidentem contra seriem signorum motu retrogrado fertur, circulumque absolvit spatio annorum fere novemdecim, post quod Tempus nodus utervis ab aliquo Eccliptícæ puncto digressus, ad idem redit, seu in eodem quo prius Eccliptícæ gradu è Terra videtur.

Nodi moventur motu retrograda.

Ex dictis constat Lunam non nisi bis in qualibet periodo in Eccliptícâ videri, scilicet cum in nodis versatur, in aliis orbitæ suæ locis nunc magis nunc minus ab Eccliptícâ distare, prout nodorum alicui remotiorem aut propiorem esse contigerit; maxime autem ab Eccliptica distat Luna cum est in E vel F, quæ media sunt à nodis puncta; & *Limites* vocantur. Distantia Lunæ ab Eccliptica ejus Latitudo vocatur, hanc metitur arcus circuli per locum Lunæ in cælo transeuntis, & ad Ecclipticam perpendicularis, arcus inquam ille inter Lunam & Ecclipticam interceptus, metitur Lunæ ab Eccliptica distantiam; seu Latitudinem, & idcirco tales Circuli ad Ecclipticam perpendiculares *Circuli Latitudinum* dicuntur, & Latitudo Lunæ, cum maxima est, ut in E vel F, æqualis est quinque gradibus cum octodecim minutis primis, estque illa Latitudo mensura angulorum ad nodos.

Latitudo Lunæ.

Circuli Latitudinum qui?

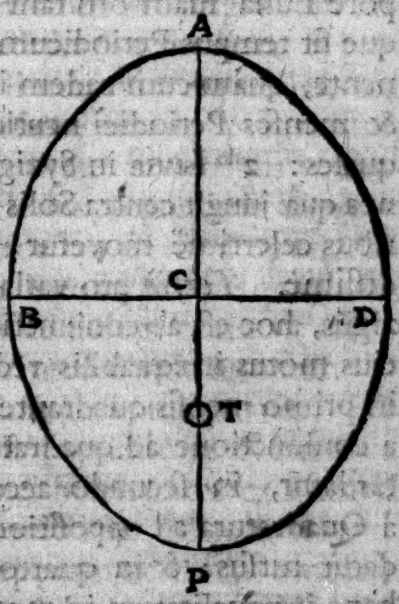
LEC-

LECTIO X.

De Inæqualitate motuum Lunarium, de Lunæ facie, ejuſque Montibus & Vallibus.

ASTronomorum obſervationes teſtantur, Lunæ diſtantiam à Terra multum variari, & nunc propius nobis accedere Lunam, nunc longius recedere; hoc ideo fit quod Luna non in Orbita circulari, circa Terram fertur, ſed in Elliptică, qualem repræſentat figura A B P D, cujus focorum alterum tenet Terra, & Axis Ellipſeos major A P eſt linea Apſidum; T C Excentricitas, Punctum A ſumma Apſis vocatur *Apogeon* Lunæ, ubi ſcilicet maximè à Terrâ diſtat, Punctum P ima Apſis, ubi maximè ad Terram accedit, *Perigeon* nominatur. Et ſi Orbita Lunæ non alium haberet motum præter illum, quo circa Solem fertur, Axis Ellipſeos ſibi ſemper Parallelus maneret, & ad idem cæli punctum ſemper

Luna in orbitâ Elliptică movetur.



Apogeon Lunæ.

Perigeon.

ſemper dirigeretur, ad quod cum pervenerit Luna eandem ſemper à Terrâ diſtantiam obtineret; ſed Linea Apſidum eſt etiam mobilis ſicut Linea Nodorum, & motu Angulari circa Terram fertur, ſecundum ſeriem ſignorum ſeu ab Occidente in Orientem, circulum abſolvit hæc linea, & ad eundem ſitum redit annis fere novem.

Inæqualitates in motu Lunæ.

Motus Lunæ ejuſque orbitæ multiplici afficiuntur inæqualitate; nam *Primò* cum Tellus Aphelion tenet, ubi unà cum Luna longiſſimè à Sole diſtat, motus Lunæ aliquantulum acceleratur; Tellure autem ad Perihelion delatâ, ubi proxime ad Solem accedit Luna, aliquantulum retardatur ejus motus; unde fit ut minore tempore Luna ſuam orbitam percurret, breviuſque fit tempus Periodicum Terra Aphelion tenente, quàm cum eadem in Perihelio verſatur, & menſes Periodici neutiquam ſint inter ſe æquales: 2do Luna in Syzigiis i. e. cum eſt in linea quæ jungit centra Solis & Terræ, cæteris paribus celerrimè movetur; in Quadraturis tardiſſimè. *Tertiò* pro varia diſtantiâ Lunæ à Syzigiis, hoc eſt ab conjunctione ſeu oppoſitione, ejus motus inæquabilis redditur, motus enim in primo menſis quadrante, ſive pergente Lunâ à conjunctione ad quadraturam proximam retardatur, in ſecundo acceleratur dum tendit à Quadratura ad oppoſitionem; in tertio retardatur rurſus; & in quarto iterum acceleratur; hanc inæqualitatem in motu Lunæ, primus deprehendit Tycho, & *Variationem* Lunæ appellavit.

Variatio Quæ?

4to Cum Luna in Ellipſi moveatur, cujus umbilicum tenet Terra, circa quam Areas deſcribit tem-

temporibus proportionales, oportet Planetarum primariorum more, ut in Apogeo ſuo tardius incedat, in Perigeo velocius feratur.

5to Orbita etiam Lunæ eſt continuo mutabilis, & ejuſdem non eadem manet ſpecies, aut figura, ſed excentricitas nunc augetur, nunc minuitur, & maxima quidem eſt cum linea Apſidum eſt in Syzygiis, hoc eſt cum coincidit cum rectâ quæ centra Solis & Terræ conjungit; minima autem cum hanc rectam normaliter ſecat; & differentia inter maximam & minimam excentricitatem tanta eſt, ut illa ſemiſſem Excentricitatis minimæ ſuperet. *Orbita Lunæ ejuſque excentricitas ſemper mutabilis.*

6to Ipſum Apogeum Lunare inæquabili fertur motu; quando enim eſt in Syzigiis cum Sole progreditur, in quadraturis regreditur, & progreſſus & regreſſus illi non ſunt æquabiles, ſed Lunâ in quadris verſante tardius progreditur, vel forſan etiam regreditur, in Syzigiis verſante Luna, Apogeum celerius progreditur. *Septimo* Nodorum motus retrorſum eſt minime æquabilis, nam nodi in Syzigiis poſiti penitus quieſcunt, dum vero quadratum ad Solem obtinent aſpectum, velociſſime in Antecedentia feruntur. *Apogeum inæquabili motu fertur.*

Harum omnium inæqualitatum cauſas, primus & Solus detexit ſagaciſſimus Newtonus, eaſque ſecundum leges Mechanicas ex Theoriâ Gravitatis oriri demonſtravit. Mirum videtur, quod etſi Luna ſit corporum cæleſtium omnium nobis maxime propinqua, ad eam tamen acceſſus patet maxime difficilis, cum non ſine multo labore & longis annorum obſervationibus illius irregulares excurſus inveſtigari poſſunt.

Luna æqualiter circa axem ſuum rotatur.

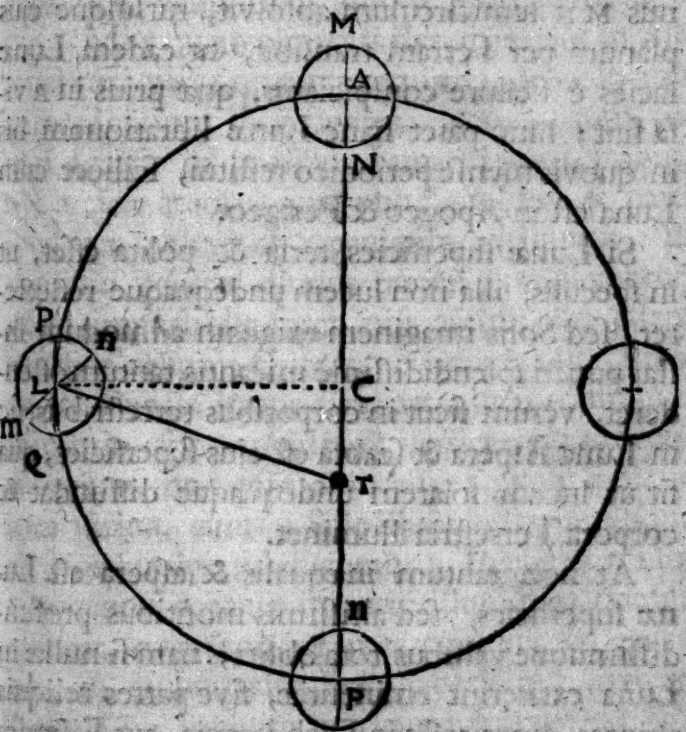
Solus in Lunâ motus æquabilis eſt ille, quo circa Axem ſuum rotatur, in eodem præciſe tempore, quo circa Tellurem periodum abſolvit, unde fit ut eandem fere ſui faciem Terræ oſtendat, ſed ea ipſa æquabilitas cauſa eſt apparentis, inæqualitatis quod Luna videtur è Terra ſuper Axem ſuum nunc ab ortu in occaſum, nunc ab occaſu ad ortum paululum librari, & partes quædam in limbo occidentali Lunæ per quoddam ſpatium modo recedunt, modo accedunt, quædam antea viſæ occultantur, ac deinde rurſus in conſpectum veninnt, taliſque motus *Libratio* dicitur; oriturque ex motu Lunæ inæquali in perimetro Ellipſeos; nam ſi Luna in circulo moveretur, cujus centrum teneret Terra, & circa axem ſpatio temporis Periodici rotaretur, ejuſdem meridiani Lunaris planum ſemper per Terram tranſiret, & eadem ubique Lunæ facies Terræ obverteretur; at cum Luna in Ellipſi feratur, in cujus umbilico ſeu foco locatur Terra, & converſio Lunæ circa Axem æquabilis eſt, ſeu quod idem eſt, datum quodlibet Lunare meridianum angulos temporibus proportionales deſcribit, illud planum non ubique per Terram tranſibit.

Libratio.

Sit enim A L P orbita Lunæ, cujus focum tenet Terra in T, & cum Luna eſt in A ejus meridianus M N productus per Terram tranſeat; ſi Luna in orbita abſque converſione lata eſſet, idem meridianus M N ſibi ſemper Parallelus maneret, & cum Luna ad L pervenerit, meridianus M N eſſet in ſitu P Q, ad M N Parallelo, verum per rotationem æquabilem, Meridianus M N ſitum mutat, anguloſque deſcribit tempo-

ribus

ribus proportionales, & tempore Periodico quatuor rectos absolvit, unde erit in situ m L n tali, ut angulus Q L n sit ad rectum, ut tempus quo Luna confecit arcum A L ad quartam partem temporis periodici, sed tempus quo Luna confecit arcum A L, est ad quartam partem temporis periodici, ut area A T L ad aream A C L, scilicet quar-



tam partem Areæ Ellipseos, unde erit angulus Q L n ad rectum angulum, in eadem ratione; est autem area A T L major area A C L, unde angulus Q L n recto major erit, sed est angulus Q L T acutus, major itaque est angulus Q L n angulo Q L T,

adeoque Meridianus M N, cujus, planum cum Luna fuit in A, per Terram transibat, nunc Lunâ ad L delatâ versus Terram non dirigitur, unde constat Lunæ Hemisphærium in L è Tellure visum aliquanto esse diversum ab hemisphærio, quod è Terra videtur cum Luna fuit in A, parteſque ultra Q nunc retegi, quæ prius Luna in A existente fuerunt inconspicuæ. At cum Luna ad Perigeum P pervenerit, in eo tempore Meridianus M N semicirculum absolvit, rursusque ejus planum per Terram transibit, ut eadem Lunæ facies è Tellure conspiciatur, quæ prius in A visa fuit; hinc patet hanc Lunæ librationem bis in quovis mense periodico restitui, scilicet cum Luna est in Apogeo & Perigeo.

Lunæ superficies aspera. Si Lunæ superficies tersa & polita esset, ut in speculis, illa non lucem undequaque reflecteret, sed Solis imaginem exiguam admodum instar puncti splendidissimè micantis, tantum ostenderet, verum sicut in corporibus terrestribus, sic in Luna Aspera & scabra est ejus superficies, qua fit ut lucem solarem undequaque diffundat & corpora Terrestria illuminet.

Et montibus obsita. At non tantum inæqualis & aspera est Lunæ superficies, sed altissimis montibus profundissimisque vallibus tota obsita; nam si nullæ in Luna extiterint eminentiæ, sive partes reliquis altiores, linea recta in Dichotomia, aut Elliptica in reliquis Phasibus, semper disterminaret confinia lucis & umbræ. Verum si tubo optico aspiciatur Luna, confinium illud in nulla regulari linea, sed dentatum, serratum multisque anfractibus interciſum apparet. Quin etiam in tenebrosâ Lunæ facie, partes aliquæ à confinio non

multum distantes cernuntur Solis Luce illustratæ: Et die circiter quarto post novilunium in tenebrosa Lunæ facie quædam Cuspides luminosæ, tanquam scopuli aut parvæ insulæ, apparent, quæ non multum à confinio illustratæ & tenebrosæ partis distant; aliæ item dantur illuminatæ parti adhærentes areolæ, paulatim formam figuramque cum lumine crescente mutantes, donec parti illustratæ omni ex parte annectantur, & cum locis vicinioribus lumine prorsus imbuuntur. Mox quam plurimas iterum novas in illa tenebrosâ parte orientes cernimus, & in locum antecedentium succedentes. Contrarium autem accidit in phasibus Lunæ decrescentibus, ubi lucidæ areolæ, quæ nunc confinio & parti illustratæ adhærent, paulatim avelluntur, & confinio relicto diutius tamen conspiciuntur, quod impossibile foret, nisi areolæ illæ essent partibus reliquis altiores, ut Solis lux illas stringeret. Puncta itaque illa, extra lucis confinium micantia, sunt cuspides & vertices præaltorum montium, quæ cum altiora sunt quam reliqua loca vicina, citius à Sole illustrantur, seriusque ab ejus lumine subducuntur. Præterea multæ nigricantes maculæ in parte illuminata conspiciuntur, quæ sunt ingentes cavitates seu cavernæ, in quibus cum Sol illas oblique irradiat, ejusque lux limbum externum tantum attingit profundiores partes obscuræ manebunt; at Sole ascendente plus lucis hauriunt, & quo altius super illas attollitur Sol, eò vallium umbræ magis se comprimunt, breviorcsque evadunt, usque dum Sol punctum attingit verticale, quo tempore totam illustrat cavernam, umbrâ penitus

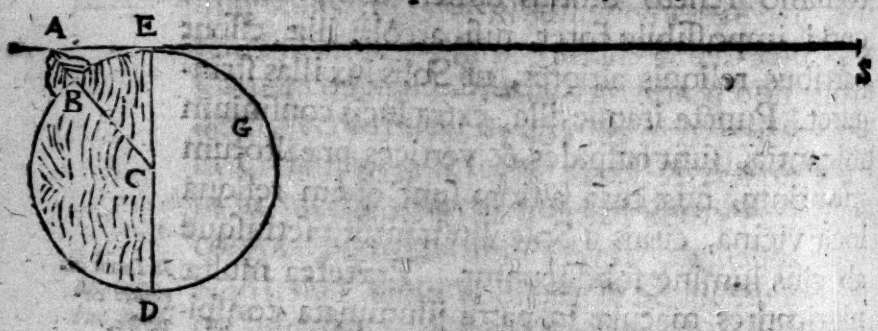
Demonstratur dari in Lunâ montes.

In Lunâ ingentes cavernæ.

tus evaneſcente; & prædictæ valles æque clare ac montium vertices conſpiciuntur; immo multo illis lucidiores. Lunæ itaque ſuperficies præruptis montibus profundiſſimiſque vallibus ubique ſcatet.

Geometræ poſſunt montes Lunares metiri,

Montes Lunares noſtris Terreſtribus longe excelſiores deprehenduntur; poſſunt enim Geometræ horum altitudinem hac ratione metiri. Sit Hemiſpherium Lunæ illuſtratum EGD, ECD Diameter circuli lucis & Umbræ Finitoris, A vertex montis, ubi primo illuminari inceperit. Obſervetur Teleſcopio, vel Micrometro, proportio rectæ AE, ad Lunæ diametrum ED; & quia ES tangit Lunæ Globum, junctâ AC, erit AEC triangulum rectangulum per 16 El. tertii. Adeoque datis AE, EC, dabitur CA,



ex qua ſubductâ CB, æquali CE, reſtabit BA altitudo montis Quæſita, v. gr. Dicit Ricciolus quarto die poſt novilunium, ſe obſervaſſe montem *Ste Katharinæ* illuminatum, ejuſque diſtantiam AE à limite conſueto illuminationis, fuiſſe diametri Lunaris partem decimam ſextam, ſeu ſemidiametri partem octavam: Unde ſi EC ſit partium 8, erit EA harum partium una, Adeoque quadratum lateris AE erit 64, ad quod

quod addatur quadratum lateris A E quod est 1, & per 47 *El. primi*, habebitur quadratum hypotenusæ A C æquale 65 cujus Radix Quadrata est 8,062 æqualis A C; unde dempta B C = 8 erit A B altitudo montis æqualis 0, 062, & est C B, vel C E ad A B ut 8000, ad 62, adeoque cum semidiameter Lunæ sit milliarium circiter 1182, si fiat ut 8000, ad 62, ita 1182, ad quartum, qui erit 9. Altitudo igitur hujus montis novem milliaria adæquat, estque altissimis nostris montibus triplo celsior.

Facies Lunæ mira varietate distincta.

Qui Lunæ vultum Telescopio contemplari velit, cernet illam mirabili varietate distinctam; Quædam enim partes splendidissime lucent, quas quidam philosophi Rupes Adamantum esse predicant, alii Unionibus vel Margaritis eas assimilant, quæ partes videntur montes parteſque solidas Lunæ repræsentare; at aliæ interim partes, eæque non paucæ, nec parvæ, tanquam maculæ obscuriores, & nigri coloris apparent, quæ Maria, Paludes, & lacus, esse suspicati sunt phi-*In Luna non sunt maria,* sophi. Verum partes has obscuriores, quas maria appellant, revera non esse liquidas exinde constat, quod si melioris notæ Telescopio inspiciantur, innumeris cavernis, seu cavitatibus vacuis (umbris intus cadentibus) constare deprehenduntur, quod maris superficiei convenire nequit: quocirca maria esse non possunt, sed materiâ constant minus candicante quam est ea, quæ in partibus asperioribus conspicitur; intra has tamen partes quædam vividiore lumine fulgent, cæteriſque antecellunt. Sed neque nubes ullæ, unde pluviæ generantur; *Nullæ nubes.* si enim essent, viderentur nunc has, nunc illas

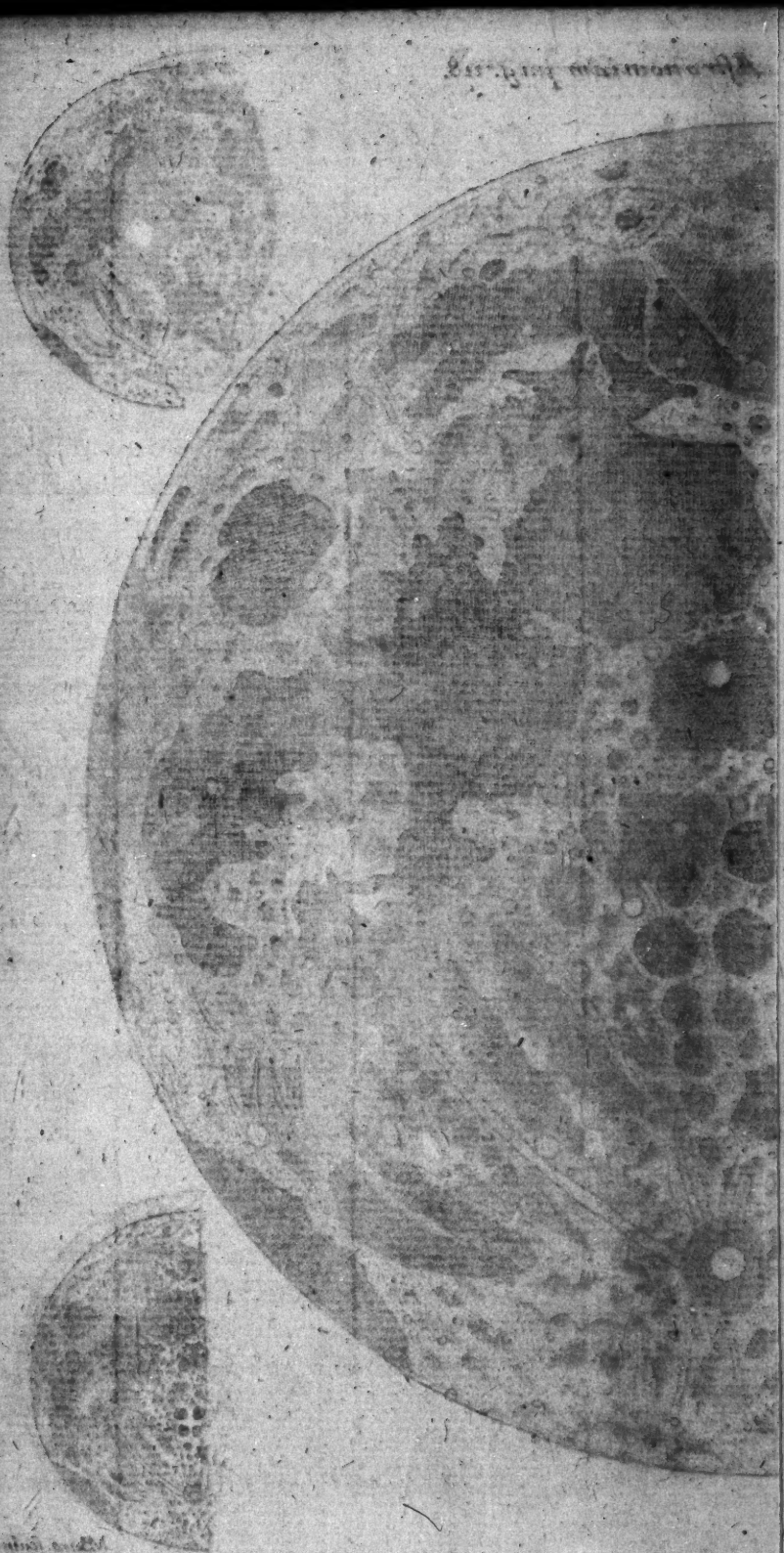
Lunæ regiones obtegere, atque viſui noſtro occultari, quod nunquam contingit, ſed in Lunâ perpetua apparet ſerenitas. Præterea nec videtur Luna, Atmoſphærâ donari; Nam Planetæ & ſtellæ prope ejus marginem ſiti, nullam patiuntur refractionem.

Nulla Atmoſphæra.

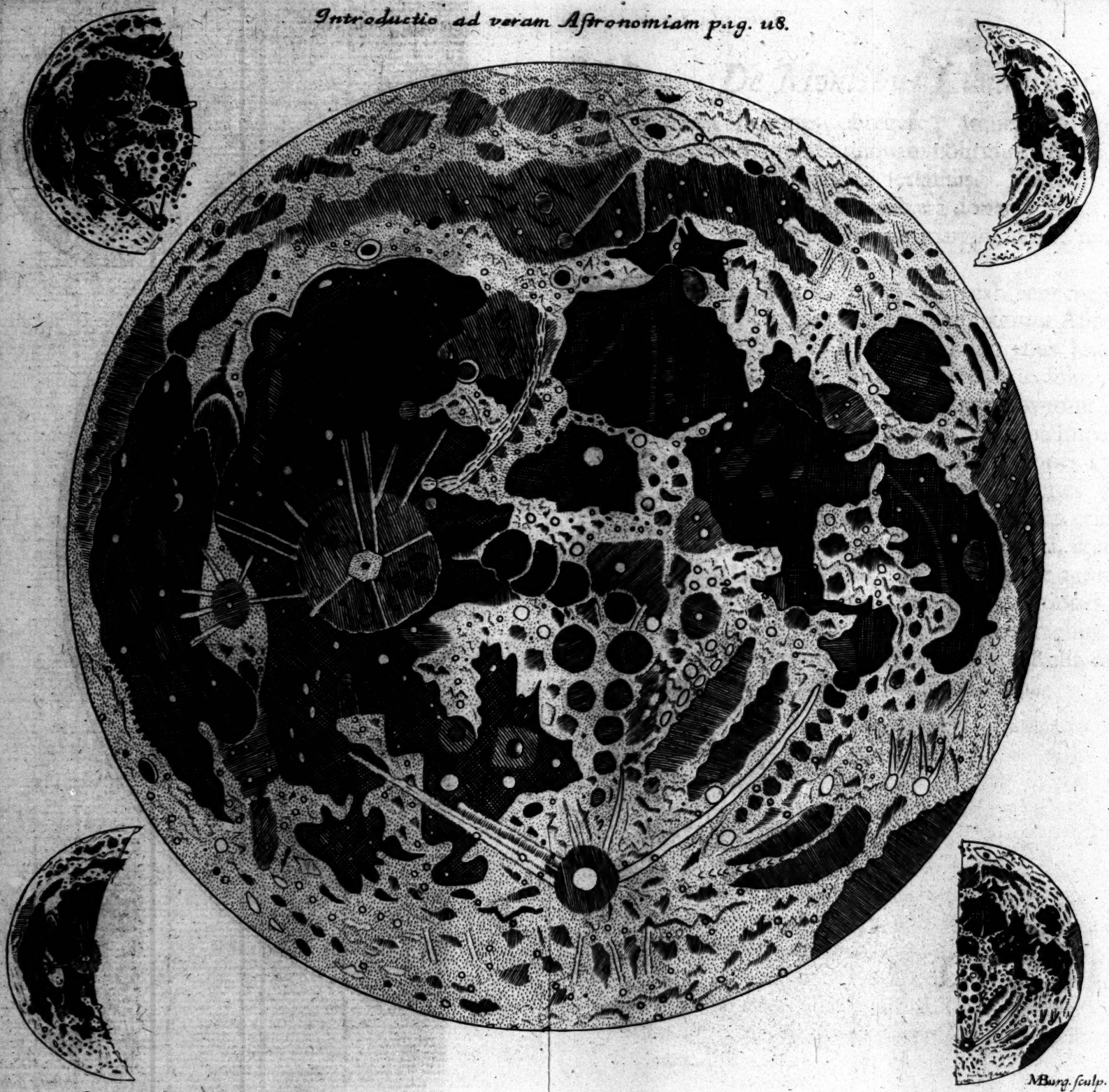
Aſtronomi ſele nographi.

Lunæ faciem (qualem eam exhibent melioris notæ Teleſcopia) accurate depinxerunt Aſtronomi Senelographi Florentius Langrenus, Joannes Hevelius, Maria Grimaldus & Ricciolus; & ſplendentes quoque partes annotaverunt, & quo melius diſtinguantur, iis nomina impoſuerunt. Langrenus & Ricciolus regiones Lunares inter Philoſophos alioſque inſignes viros diſtribuerunt, quælibetque pars nomen celebris cujuſdam Philoſophi, vel Mathematici, accepit. At Hevelius veritus, ne de diviſione agrorum lites inter philoſophos orirentur; Ditiones Lunares ab omnibus eripuit, & Geographica noſtræ Telluris nomina in Lunam tranſtulit, nullo habito ad figuram aut ſitum reſpectu.

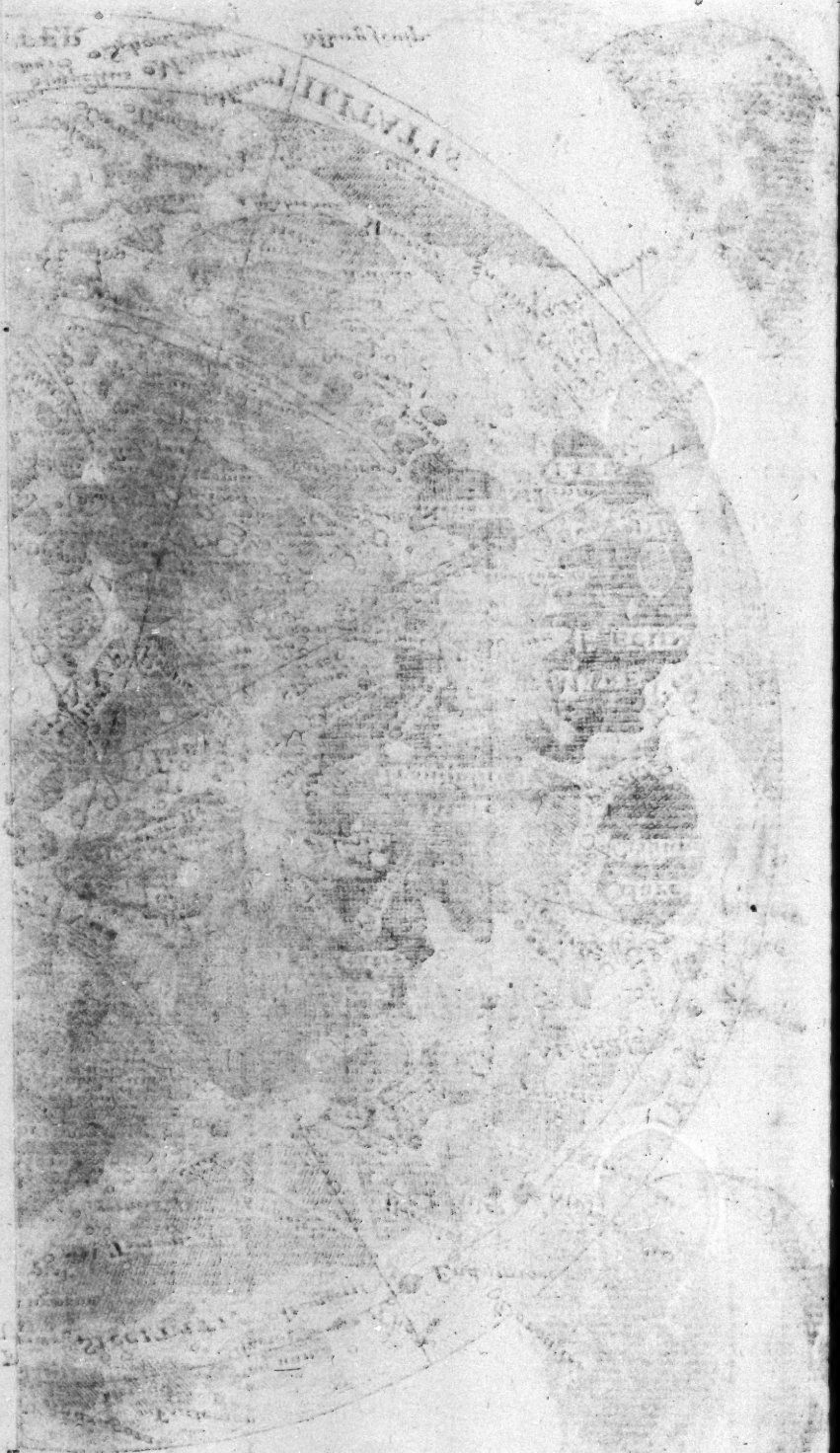
LECTIO



Introductio ad veram Astronomiam pag. 48.



MBurg. sculp.




Mare Frigoris
Mare Imbrium
Mare Nubium
TERRA STERILITATIS
CALORIS
FER
Malapertius
Cabeus
Bartholus
Casatus
Schickardus
Phocylides
Schillerus
Lyncheus
Bettinus
Kircher
Grimbergerus
Moretus
Longomontanus
Bayerus
Scheinerus
Magnus
Gutenbergius
Hansenius
Campanus
Byrgius
Eichstadius
Stadius
Grimaldus
Riccius
Letronne
Cardanus
Cauchius
Hansenius
Ventris
Milichius
Herigonius
Pitatus
Timocharis
Eratosthenes
Archimedes
Autolycus
Aristillus
Plato
Philolaus
Epigenes
Pytheas
Anaximenes
Xenophanes
Cleostratus
Harpalus
Porta
Straight Wall
Rook
Pinnæ
Hæmus
Caucasus
Alpes
Apennines
Sinus Iridum
Sinus Roris
Sinus Medii
Sinus Aestuum
Mons Rook
Mons Pico
Mons Piton
Mons Blanc
Mons Delisle
Mons Hadley
Mons Huygens
Mons Maraldi
Mons Vinogradov
Mons Wolf
Mons Rümker
Mons Gruithuisen
Mons Hansteen
Mons Pitatus
Mons Porphyrius
Mons Argæus
Mons Hæmus
Mons Caucasus
Mons Alpes
Mons Apennines
Mons Taurus
Mons Rook
Mons Pico
Mons Piton
Mons Blanc
Mons Delisle
Mons Hadley
Mons Huygens
Mons Maraldi
Mons Vinogradov
Mons Wolf
Mons Rümker
Mons Gruithuisen
Mons Hansteen
Mons Pitatus
Mons Porphyrius
Mons Argæus
Mons Hæmus
Mons Caucasus
Mons Alpes
Mons Apennines
Mons Taurus


Eudoxus
Sicc ITATIS
Dionysius
Endymion
Autolycus
Aristarchus
Harpalus
Aristoteles
Eratosthenes
Heraclides
Archimedes
Timocharis
Plato
Posidonius
Mare Serenitatis
Menelaus
Cepheus
Meshala
Geminus
Manilius
Vitruvius
Agrippa
Mare Crisium
Proclus
Cleomedes
Messala
Bullialdus
Pitatus
Hesiodus
Mare Tranquillitatis
Taruntius
Langrenus
Petavius
Vendelinus
Furnerius
Mare Foecunditatis
Piccolomini
Torricelli
Mercator
Hevelius
Catharina
Cyrillus
Theophilus
Nectaris
Fracastorius
Rhaeticus
Rheita
Stevinus
Lubiniezky
Mutus
Orontius
Purbachius
Regiomontanus
Arzachel
Alphonsus
Ptolemaeus
Albategnius
Hipparchus
Halley
Lilius
Stöfflerus
Clavius
Maginus
Tacquetus
Longomontanus
Wargentinus
Inghirami
Hainzelius
Segnerus
Mutus
Manzinius
Schomberger
Simpelius
Moretus
Deslandres
Letronne
Blanchinus
Scoresby
Bürg
Zach
Harding
Encke
Gambart
Mädler
Beer
Schröter
Lohrmann
Gruithuisen
Hansteen
Olbers
Repsold
Airy
Mason
Flamsteed
Kies
Wichmann
Riccius
Grimaldi
Riccioli
Hevelius
Schickard
Wargentin
Inghirami
Hainzelius
Segnerus



LECTIO XI.

De Solis & Lunæ Deliquiis, ſeu de Eclipſibus.

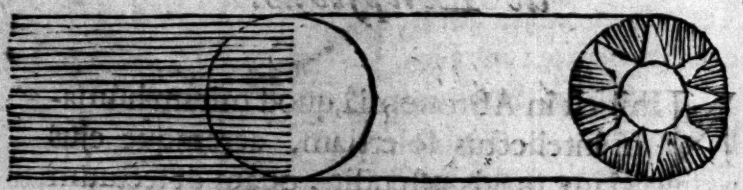
NIhil eſt in Aſtronomiâ, quod miram humani intellectus ſolertiam, acremque ejus perſpicaciam magis oſtendit, quam defectuum Solis & Lunæ clara explicatio; & accurata prædictio, qualis apud Aſtronomos habetur. Subtilis quidem eſt hæc noſtræ ſcientiæ pars, ſed tamen certa & indubitata, quâ nihil ſublimius, aut contemplatione dignius.

Eſt autem *Eclipſis* vox Græca, ab ἐκλείπω deficio, quæ deliquium, aut defectionem ſignificat, unde ægri & moribundi cum deliquium animi, & languor lethalis eos corripit, in Eclipſin incidiſſe dicuntur. Sic etiam Luna, cum orbe pleno fulget, ſi in umbram Terræ incidat, vivificâ Solis luce ſpoliata, expalleſcit; & Sol viciſſim interjectâ Lunâ, non ſibi, ſed nobis deficiens, obſcurari videtur; tunc dicuntur Sol & Luna Eclipſin ſeu deliquium pati. Ut autem à primis principiis exordiamur. *Eclipſis quid eſt.*

Sciendum eſt, corpus omne lucenti Soli expoſitum, *Umbram* projicere in plagam Soli oppoſitam; Eſtque hæc *Umbra* nihil aliud quam privatio Lucis in ſpatio quodam, ob Solis radios ab opaco corpore interceptos. Adeoque Terra, opaca cum ſit, umbram projiciet in plagam *Umbra Corporis.*

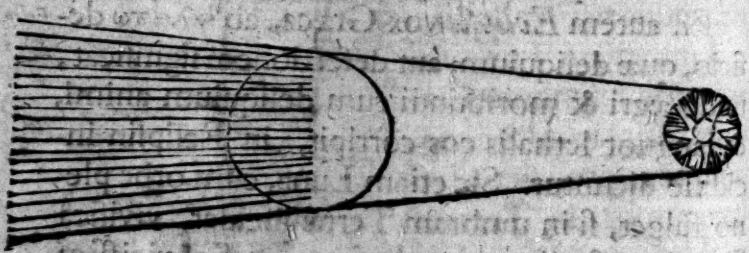
Soli oppoſitam, in quam ſi incurrat Luna, eam obtenebreſcere neceſſe eſt. Et quia figura Telluris eſt ſphærica, Umbræ figura cylindrica foret, ſi Terra Solem magnitudine æquaret: aut ſi Solem ſuperaret, figura umbræ eſſet coni vertice truncati & craſſitie creſcens; & in utro-

Figura Umbræ.

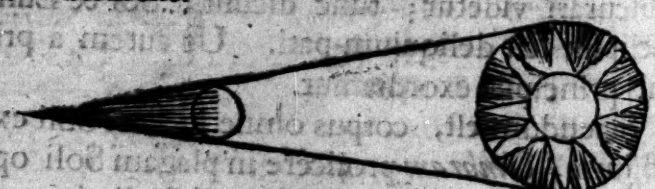


que caſu umbra in infinitum porrigeretur; aliosque Planetas, Martem ſcil: Jovem, & Saturnum, tenebris ſuis involveret. Quod cum nunquam facit, Neceſſario erit Terra Sole minor;

Sol Terrâ major eſt.



in quo caſu, figura umbræ eſt conica in apicem deſinens.

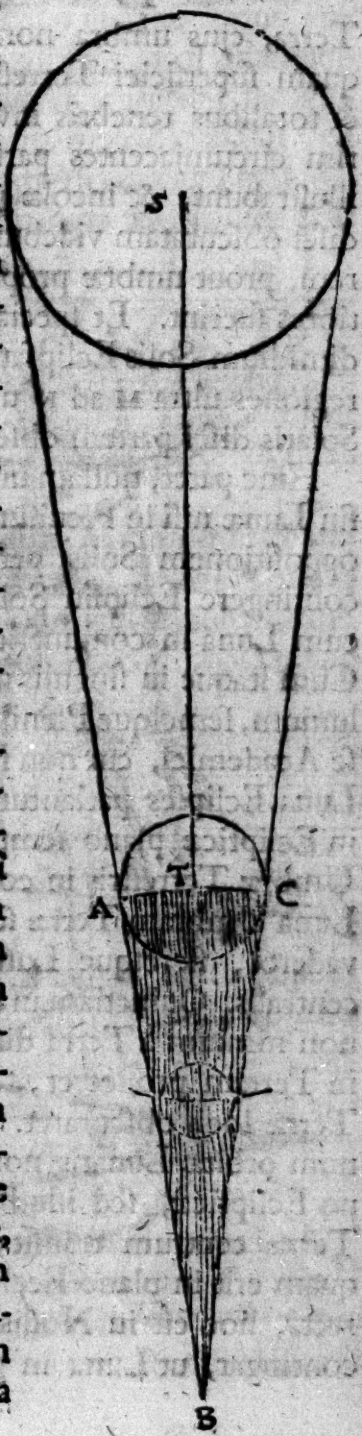


At Luna, cum ejus diameter in diametro Umbræ Terreſtris ter contineatur, eſtque diameter Umbræ minor diametro Terræ, erit Terrâ multo minor.

Sit

Sit itaque S Sol, T Terra, Conus ABC umbra Telluris; Patet nullam duci posse rectam lineam à Sole ad punctum quodvis intra spatium ABC, quæ non in Terram incidat, adeoque cum opaca sit Terra, transitum Solis radiis negabit, & illustrationem spatii ABC impediet. Et si Luna Soli opposita per hoc spatium transeat, illam tenebris involvi necesse erit, fietque Eclipsis Lunæ tempore Plenilunii.

Quinetiam Luna suam quoque umbram Conicam in plagam Soli oppositam projiciet; si hæc umbra in Terram incidat, quod fieri non potest, nisi cum Luna in conjunctione cum Sole è Terra videtur, Incolæ istius partis in quam incidit umbra, in tenebris includentur, iisque Sol videbitur deficere, quamdiu intra umbram morantur. At cum Luna multo minor sit quam Terra



Quando fit Eclipsis Lunæ.

Quando fit Eclipsis Solis.

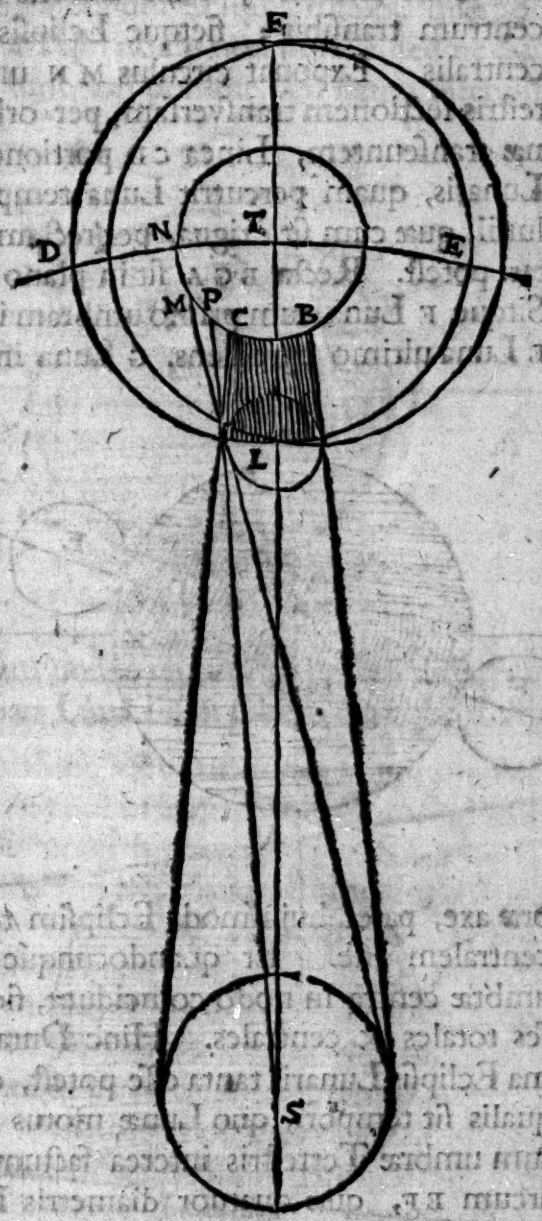
Aliquibus Terræ Locis est Eclipsis Solis totalis, aliquibus partialis, aliquibus nulla.

Terra, ejus umbra non potest nisi partem aliquam superficiei Terrestris nempe B C tegere, & totalibus tenebris involvere; reliquis interim circumjacentes partes quidam Solis radii illustrabunt, & incolæ partem tantum Solaris disci obscuratam videbunt, majorem aut minorem, prout umbræ propiores, aut ab eâ remotiores fuerint. Et speciatim qui circa P degunt, dimidium Solis Eclipsari videbunt. Qui vero regiones ultra M ad N usque colunt, ii nullam Solaris disci partem obscuratam percipient.

Hinc patet, nullam unquam fieri posse Eclipsin Lunæ nisi in Plenilunio, cum Luna scil. ad oppositionem Solis pervenerit; nec unquam contingere Eclipsin Solis, nisi in Novilunio, cum Luna in conjunctione cum Sole videtur; Cum itaque in singulis mensibus semel sit novilunium, semelque Plenilunium, Quæratis fortasse Academici, cur non singulis mensibus Sol & Luna Eclipses patiantur? Et quidem si Luna in Eclipticæ plano semper incederet, cum Axis Umbræ Terrestris in eodem quoque sit plano, Luna Umbram Terræ semper in Penilunio pervaderet, fieretque Lunæ Eclipsis totalis, & centralis. Quinetiam in singulis Noviluniis, ubi non nimium à Terrâ distat Luna, illa umbram in Terram projiceret, & Solem in aliquibus Terræ locis obscuraret. At ostensum est, planum orbitæ Lunaris non coincidere cum plano Eclipticæ, sed illud secare in rectâ quæ per Terræ centrum transit; adeoque Luna nunquam erit in plano Ecclipticæ, nisi cum in hâc rectâ, hoc est in Nodis versatur, adeoque si contingat, ut Luna in plenilunio sit etiam in

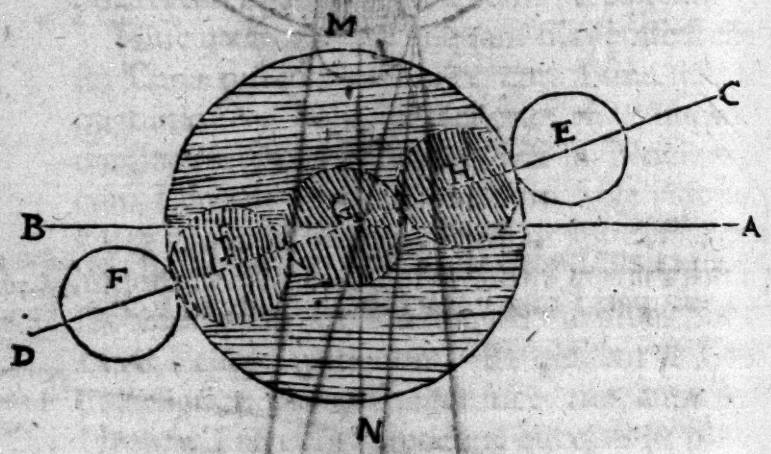
Quare Sol & Luna Eclipses singulis mensibus non patiuntur.

nodorum


E
N
T
D
E
M
P
C
B
L
S

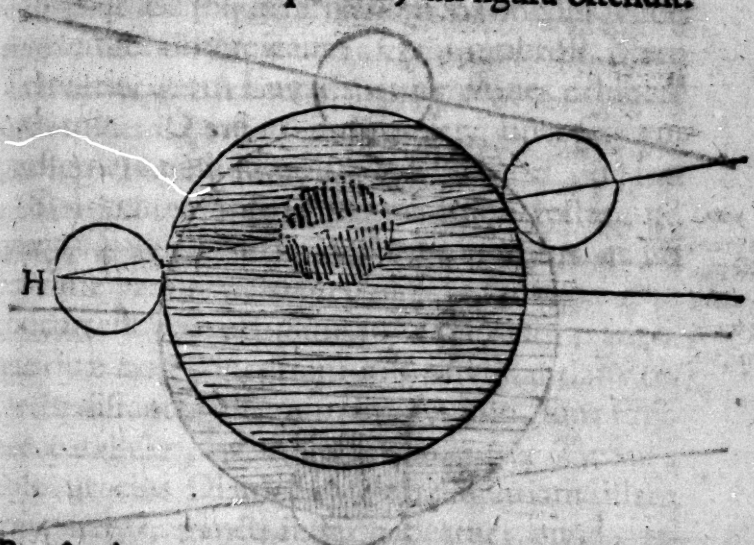
Eclipses Lunæ totales & centrales.

nodorum alterutro, Axis umbræ per Lunæ centrum transibit; fietque Eclipsis totalis & centralis. Exponat circulus M N umbræ Terrestris sectionem transversam, per orbitam Lunæ transeuntem, Linea C D portionem orbitæ Lunaris, quam percurrit Luna tempore Plenilunii, quæ cum sit exigua, pro recta repræsentari potest. Recta B G A sit in plano Ecliptica, Sitque F Luna cum primo umbram ingreditur, E Luna ultimo egrediens, G Luna in ipso um-

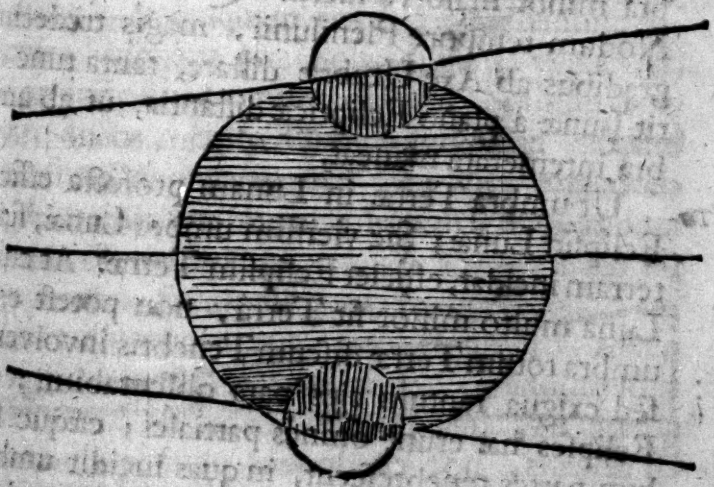


bræ axe, patet hujusmodi Eclipsim totalem & centralem esse. Et quandocunque Lunæ & umbræ centra in nodo coincidunt, fient Eclipses totales & centrales. Hinc Duratio maxima Eclipsis Lunaris tanta esse potest, quanta æqualis sit tempori, quo Lunæ motus supra motum umbræ Terrestris interea factum, sit per arcum E F, quæ quatuor diametris Lunaribus est æqualis, hoc est duobus circiter gradibus quem arcum Luna quatuor horis plerumque absolvit.

Fieri etiam possunt Eclipses totales, quæ non sunt centrales ubi nodus non in Axe, sed ne quidem intra umbram ponitur, uti figura ostendit.

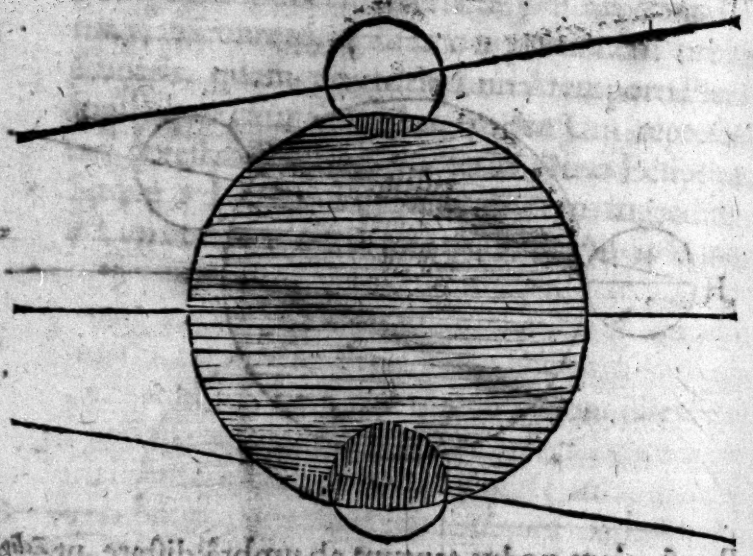


Potest etiam nodus tantum ab umbrâ distare, ut non nisi pars Lunæ illam subeat, fientque Eclip- *Eclipses partiales.*



ses

ſes partiales, uti figura monſtrat, quæ erunt majores, aut minores, prout diſtantia Nodi ab um-



bra minor majorve fuerit. Quod ſi contingat, Nodum tempore Plenilunii, magis tredecim gradibus ab Axe Umbræ diſtare, tanta tunc erit Lunæ à plano Eclipticæ diſtantia, ut ab umbrâ intemerata maneat.

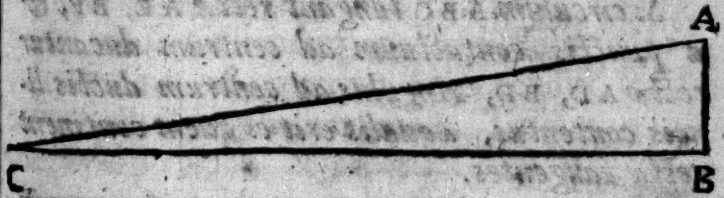
Eclipſis Terræ. Ut umbra Terræ in Lunam projecta efficit Eclipſin Lunæ; Sic viciſſim umbra Lunæ, ſi in terram incidat, efficiet Eclipſim Terræ. At cum Luna multo minor ſit Terrâ, non poteſt ejus umbra totum Terræ diſcum Tenebris involvere, ſed exigua tantum ejus pars obſcurabitur; & Eclipſes hæ erunt omnes partiales; eæque ſolum partes tenebreſcent, in quas incidit umbra Lunæ, & earum Incolæ Solem obſcurari videbunt. Ideoque Eclipſes Solis eas appellant, ſed improprie,

improprie, cum Sol lucem omnem illibatam retineat; & tantum eæ Terræ partes, quæ sub umbra versantur, lumine orbantur.

Sed ut Eclipsium Phænomena melius vobis Academici innoteſcant; Coni umbrosi, tam Terrestris, quam Lunaris, dimensiones exhibere convenit. Quod ut facilius fiat, libet sequens præsternere postulatum.

Si à centro Solis ducantur lineæ rectæ, ad quævis Telluris puncta, eæ omnes erunt quam proxime parallelæ, nam parallelæ sunt quæ non concurrent nisi ad infinitam distantiam; adeoque quæ non concurrant nisi ad distantiam respectu distantiæ linearum immensam, sunt Physice parallelæ, at tanta est distantia Terræ à Sole ut ejus Diameter si ad distantiam illam comparetur, puncti instar habeatur; quod omnes agnoscunt Mathematici, Nam Telluris semidiameter è Sole visa sub angulo prorsus imperceptibili, seu qui oculis distingui nequit, apparet; & tanquam punctum indivisibile videtur; adeoque præ Solis distantiâ evanescet, & proinde lineæ omnes è centro Solis ad Terram ductæ, erunt Physice parallelæ. Præterea, si recta linea in alias duas incidens, faciat duos internos angulos æquales duobus rec-

Lineæ à centro Solis ad Terram ductæ sunt quam proximè parallelæ.



tis, erunt lineæ in quas incidit, inter se parallelæ, per *prop.* 29 *El. primi*, sit jam A B semidiameter

meter Terræ. c Solis centrum, ductis A C B C per 23 *El. primi* erunt anguli A B & C æquales duobus rectis, sed angulus C evanescit, & est nihilo fere æqualis, cum Tellus è Sole visa, ut punctum appareat, ergo anguli A & B sunt duobus rectis æquales, & proinde rectæ A C, B C, sunt quam proximè parallelæ. Sic etiam duo fila, ponderibus appensis pendula, pro parallelis habentur, attamen filorum directiones si producantur, concurrent ad centrum Terræ, ad quod Gravia omnia tendunt.

Quæ de Terrâ hic ostensa sunt, de Lunâ quoque magis vera erunt; nam ejus semidiameter ad distantiam Solis minorem habet rationem, quam Terræ semidiameter ad eandem. At non tantum lineæ à centro Solis ad quævis in Terrâ Lunave puncta ductæ, pro parallelis habendæ sunt, sed etiam duæ lineæ à centro Solis ad Terræ Lunæque centra ductæ à paralleliſſimo sensibiliter non aberrabunt. Nam angulus quem continent præsertim in *Syzigiis* tam parvus est, ut tuto negligi potest, ejusque neglectus calculum, & Eclipsium Phases, minime turbabit.

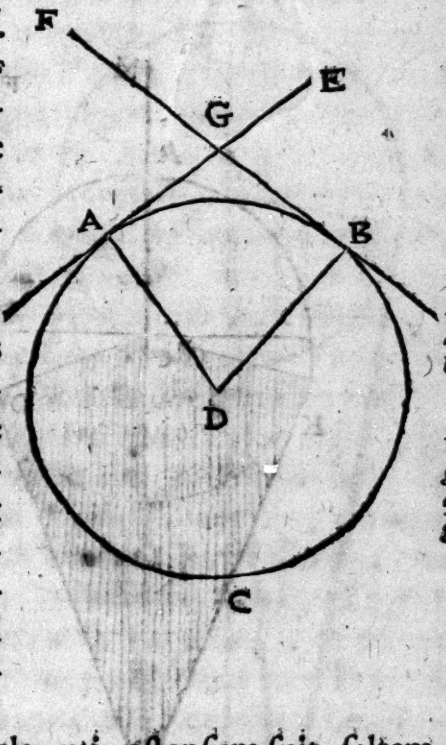
Hoc etiam Lemma demonstratu facile præmittimus.

Si circulum A B C *tangant rectæ* A E, B F, *& a punctis contactuum ad centrum ducantur rectæ* A D, B D, *Angulus ad centrum ductis lineis contentus, æqualis erit ei quem continent rectæ tangentes.*

Nam in quadrilatero G A D B, omnes anguli efficiunt quatuor rectos, sed anguli A, & B, sunt recti per 18. Elem. tertii, quare anguli

A G B

AGB & D sunt æquales duobus rectis. sed per 13 *El. primi* AGB & AGF sunt æquales duobus rectis, quare angulus D erit æqualis angulo AGF.

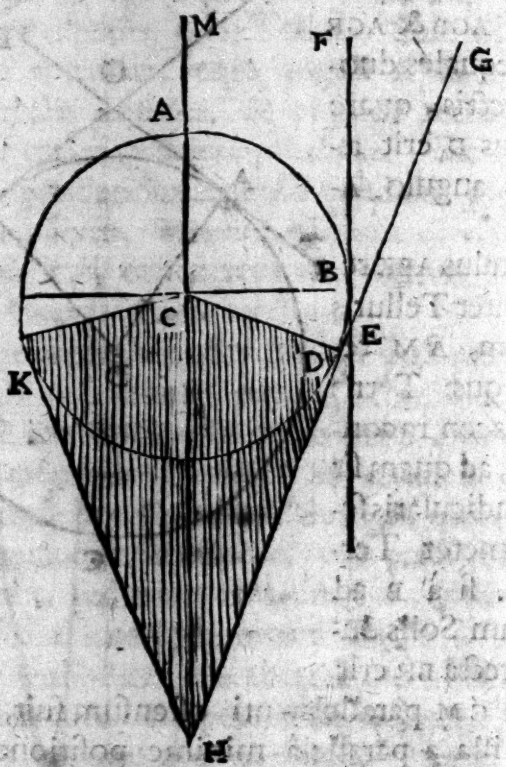


Dimensio anguli coni Umbrosi.

*Circulus ABK repræsentet Telluris globum, AM rectam quæ Terræ & Solis centra conjungit, ad quam sit perpendicularis semidiameter Terræ CB. si à B ad centrum Solis ducatur recta BF, erit illa ad CM parallela, uti ostensum fuit, saltem recta illa à parallelâ minime positione differet. Fiat angulus BCD æqualis semidiametro apparenti Solis, hoc est æqualis angulo sub quo semidiameter Solis è Terrâ videtur, & per D ducatur tangens DG, eritque per Lemma superius traditum, angulus GEF, æqualis angulo BCD, seu semidiametro apparenti Solis, adeoque cum BF ad centrum Solis tendit, recta GED Solis limbum tanget, & Terram quoque in D stringet, & producta cum HC concurret in H, eritque angulus DHC semiangulus Coni Umbrosi. Sed quia FE est ad MH parallela, DHC angulus æqualis erit GEF angulo

* *Vide figuram sequentis paginæ.*

gulo, *per* 29. *El. primi.* hoc est semidiametro



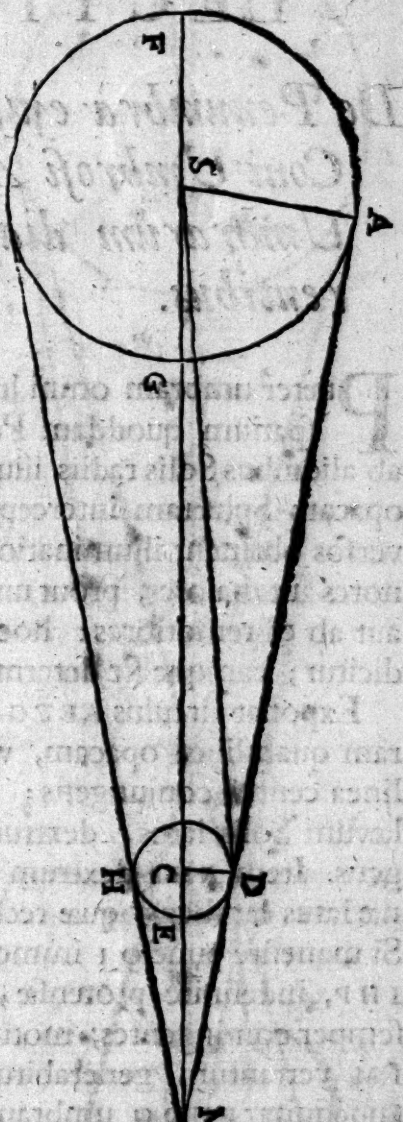
apparenti Solis. Adeoque totus angulus coni æqualis est diametro apparenti Solis.

In omnibus sphæris anguli conorum, qui umbras includunt, sunt æquales.

Similiter in Luna hoc idem demonstrari potest, & eâdem manente Solis diametro, in omnibus sphæris, quæ Tellure non sunt majores, æquales erunt anguli Conorum quæ umbras includunt, & coni Umbrosi erunt semper figuræ similes. Quod hâc etiam ratione demonstrari potest.

Sit AGF Sol, DEH Terra, vel aliud quodvis corpus Sphæricum Terrâ non majus, & c linea jungens

gens centra Solis & Terræ; AD rectè quæ utramque sphæram tangit cum S C productâ concurrens in M. Erit angulus AMS semiangulus Coni umbrosi. Et in triangulo SDM, angulus externus ADS, æqualis est duobus internis & oppositis D M S, & D S M sed angulus D S M sub quo scil. è Sole videtur semidiameter Terræ, fere nullus est. Nam Terra, uti sæpius dictum est, è Sole visa ut punctum apparet. Quare erit angulus D M S semiangulus Coni æqualis angulo A D S semidiametro apparenti Solis. Q. E. D.



LECTIO XII.

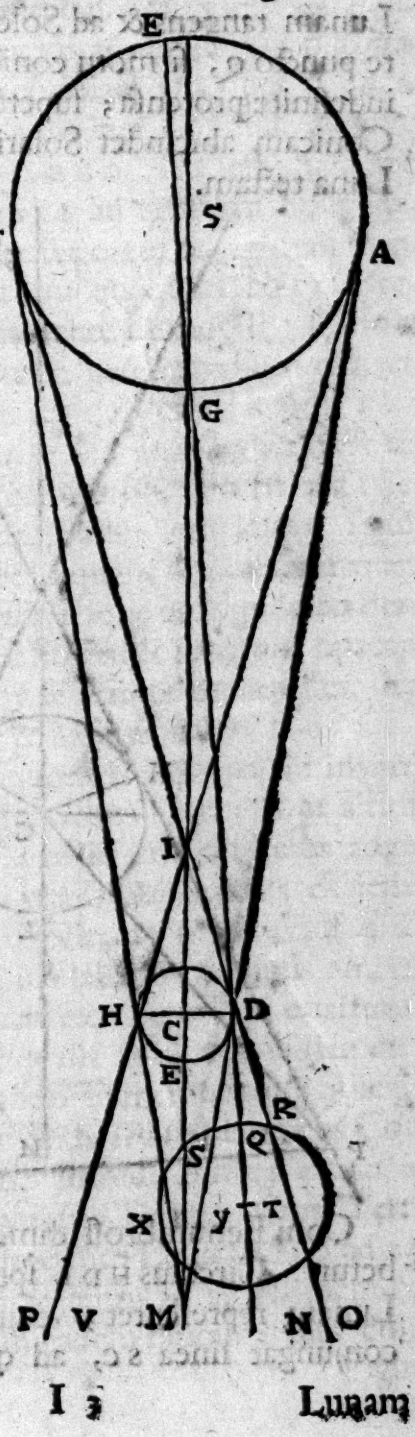
De Penumbra ejuſque Cono, de Coni Umbroſi Altitudine, & Umbrarum diametris Apparentibus.

Penumbræ quid?

Præter umbram omni luce privatam, eſt & ſpatium quoddam Penumbroſum, quod ab aliquibus Solis radiis illuſtratur, reliquis per opacam Sphæram interceptis; cujus partes diverſos obtinent illuminationis gradus, ſcil. minores aut majores, prout umbræ propiores ſunt, aut ab eâ remotiores: hoc ſpatium *Penumbra* dicitur; eamque ſic determinamus.

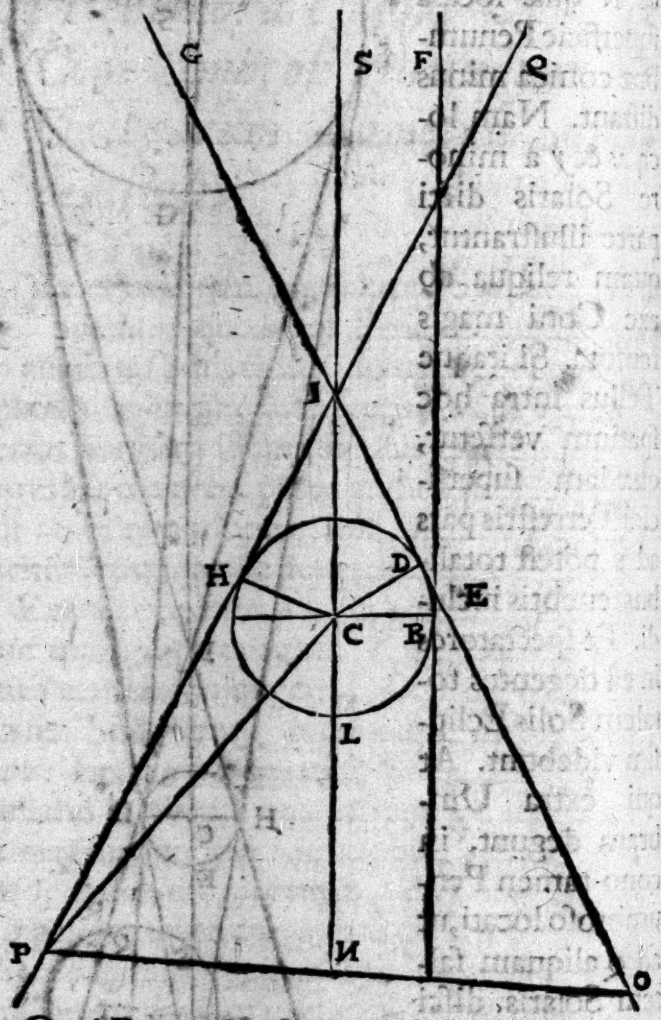
Exponat circulus AEFG Solem, HED ſphæram quamlibet opacam, v. gr. Lunam SC ſit linea centra conjungens; Ducatur recta FDO lævum Solis latus, dextrumque Lunæ contingens. Item AHP dextrum Solis, & lævum Lunæ latus lambens, quæ rectam SC ſecent in I. Si manente puncto I immobili, recta IDO, vel IHP, indefinite protenſæ, & Lunæ Globum ſemper contingentes, motu conico circa Axem IM vertantur, generabitur ſuperficies conica Indefinita PHDO umbram perfectam includens, & etiam ſpatium circumambiens ODM, PHM, à quo radii ab aliquibus Solaris diſci partibus prodeuntes arcentur per interpoſitam ſphæram opacam; hoc ſpatium *Penumbra* dicitur,

tur, quæ obscurior est in *x* & *y* versus coni umbrosi oras quam in v & N quæ loca à superficie Penumbræ conica minus distant. Nam loca *x* & *y* à minore Solaris disci parte illustrantur, quam reliqua ab axe Coni magis remota. Si itaque Tellus intra hoc spatium versetur, quædam superficiei Terrestris pars ad *s* potest totalibus tenebris includi. Et spectatores in eâ degentes totalem Solis Eclipsim videbunt. At qui extra Umbram degunt, in cono tamen Penumbroso locati, ut ad Q aliquam saltem Solaris disci portionem videbunt, reliquâ per Lunam tectâ. Nam ducatur QD



I 3 Lunam

Lunam tangens & ad Solem producta, manente puncto Q, si motu conico circumagatur Q D indefinite protensa; superficies quam describit Conicam abscindet Solaris disci portionem a Luna tectam.



Coni Penumbrosi dimensio.

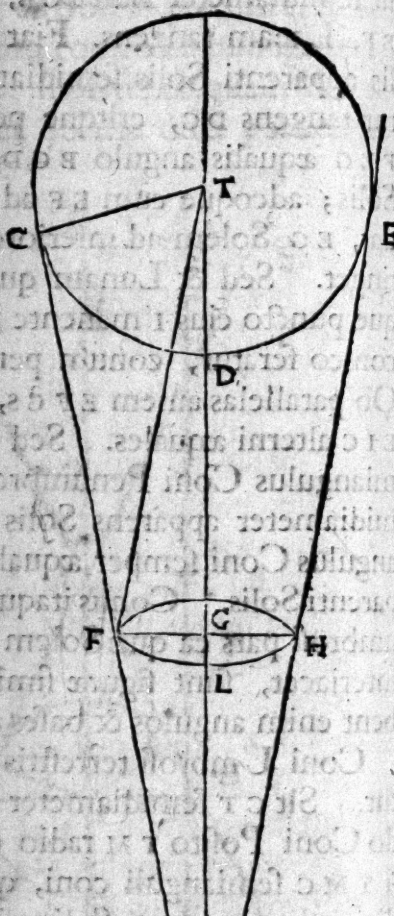
Coni Penumbrosi dimensio hac ratione habetur. Circulus H D L sphæram opacam v. gr. Lunam representet; cujus & Solis centrum conjungat linea s c, ad quam perpendicularis sit

sit semidiameter Lunæ C B, & eidem parallela B F, Lunam tangens. Fiat angulus B C D æqualis apparenti Solis semidiametro, per D ducatur tangens D G, eritque per Lemma, angulus F E G æqualis angulo B C D, seu semidiametro Solis; adeoque cum E F ad centrum Solis tendat, E G Solem ad inferiorem marginem continget. Sed & Lunam quoque tangit; adeoque puncto ejus I manente immobili, si motu conico feratur, conum penumbrosum efficiet. Ob parallelas autem E F C S, erunt anguli F E I E I C alterni æquales. Sed angulus E I C est semiangulus Coni Penumbrosi. Et est F E I semidiameter apparens Solis; erit itaque semiangulus Coni semper æqualis semidiametro apparenti Solis. Conus itaque umbrosus & Penumbrosi pars ea quæ Solem & sphæram opacam interjacet, sunt figuræ similes & æquales, habent enim angulos & bases æquales.

Altitudo Coni umbrosi Terræ.

Coni Umbrosi terrestris altitudo sic invenitur. Sit C T semidiameter Terræ, T M altitudo Coni Posito T M radio erit C T sinus anguli T M C semianguli coni, qui æqualis est semidiametro apparenti Solis, in mediocri ejus distantia, circiter 16′; Fiat igitur ut sinus 16′, ad radium, ita semidiameter Terræ, ad quartum; & invenietur T M æqualis 214. 8 semidiametris Terrenis. At quando Terra maxime à Sole distat, semidiameter Solis seu semiangulus Coni est 15′: 50″ & tunc altitudo umbræ evadit æqualis 217 semidiametris Terræ. Cum Terræ diameter sit ad diametrum Lunæ ut 100 ad 28. erit Altitudo Coni terrestris ad altitudinem coni umbrosi Lunæ in eadem ratione; sunt enim

Altitudo Coni umbræ Lunæ.



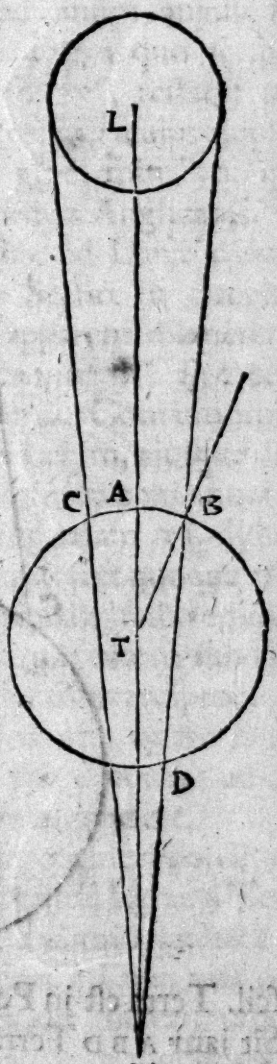
Figuræ ſimiles, adeoque erit æqualis 59. 36 ſemidiametris Terræ. Hinc ſi diſtantia Lunæ à Terra ejus mediocrem diſtantiam (quæ 60 circiter ſemidiametris Terræ æqualis eſt) ſuperet, umbroſus Lunæ Conus ad Terram non pertinget; in quo caſu, Eclipſis poteſt eſſe centralis, at non Totalis; ſed circa Lunam luminoſus Solis circulus quaſi annulus, aureus eam cingens, apparebit. Sequitur etiam quod ſi tempore Eclipſeos, Anomalia Lunæ minor ſit tribus ſignis, aut major novem, fieri non poteſt Eclipſis Solis totalis; in his enim omnibus Anomaliæ gradibus, Lunæ diſtantia eſt major mediâ.

Quanta ſuperficiei Terreſtris pars Umbrâ includi poteſt.

Ut inveniatur quanta Terenæ ſuperficiei pars Lunari umbra involvi poteſt, Ponamus diſtantiam Solis eſſe maximam, in quo caſu Altitudo Coni umbroſi eſt maxima, ſcil. circiter 60.

60 ſemidiametris Terræ. Ponamus etiam diſtantiam Lunæ à Terra eſſe minimam, ut craſſior pars umbræ in Terram incidat, eſtque hæc diſtantia minima æqualis circiter 56. ſemidiametris Terræ.

Sit L Luna, A B D, Terra, cujus centrum T, L M altitudo coni umbroſi, æqualis 60 ſemidiametris Terræ; L T diſtantia Lunæ à Terra æqualis 56 ſemidiametris. Erit itaque T M æqualis quatuor ſemidiametris Terræ, unde T B, ad T M, ut 1, ad 4, ſed ut T B, ad T M, ita ſinus anguli T M B, ad ſinum anguli T B M, eſt vero angulus T M B 15′: 50″ adeoque innoteſcet angulus T B M 63. min. primis cum 13 ſecundis cui ſi addatur angulus T M B 15′: 50″; habebitur angulus A T B, qui his duobus eſt æqualis nempe 79 min. prim. quibus æqualis eſt arcus A B, cujus duplum B A C eſt 158 min. ſeu 2 grad. 38 minut. ſeu milliaribus Anglicanis 180 circiter. Supponimus hic Axem umbræ tranſire per centrum Terræ; At ſi Axis hic ſit ad Terræ ſuperficiem obliquus, Conus obliquè ſecabit ſuperficiem

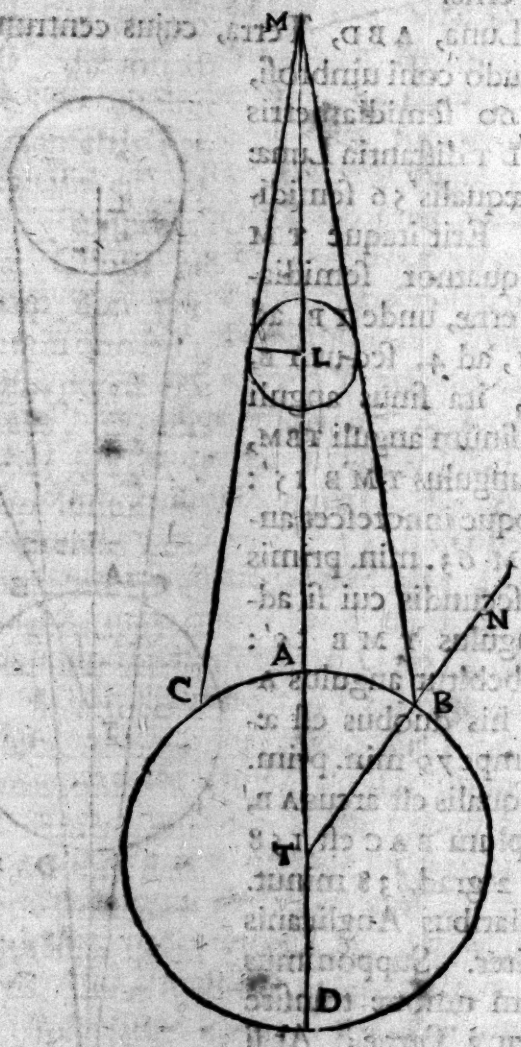


Terræ

Terræ & figura umbræ evadet Ovalis.

Quantam superficiei partem penumbra continens.

Si quæratur quanta superficiei Terrestris pars potest in Penumbra Lunari contineri; illam hac ratione exquirere licet. Ponamus apparentem Solis diametrum esse maximam, cum



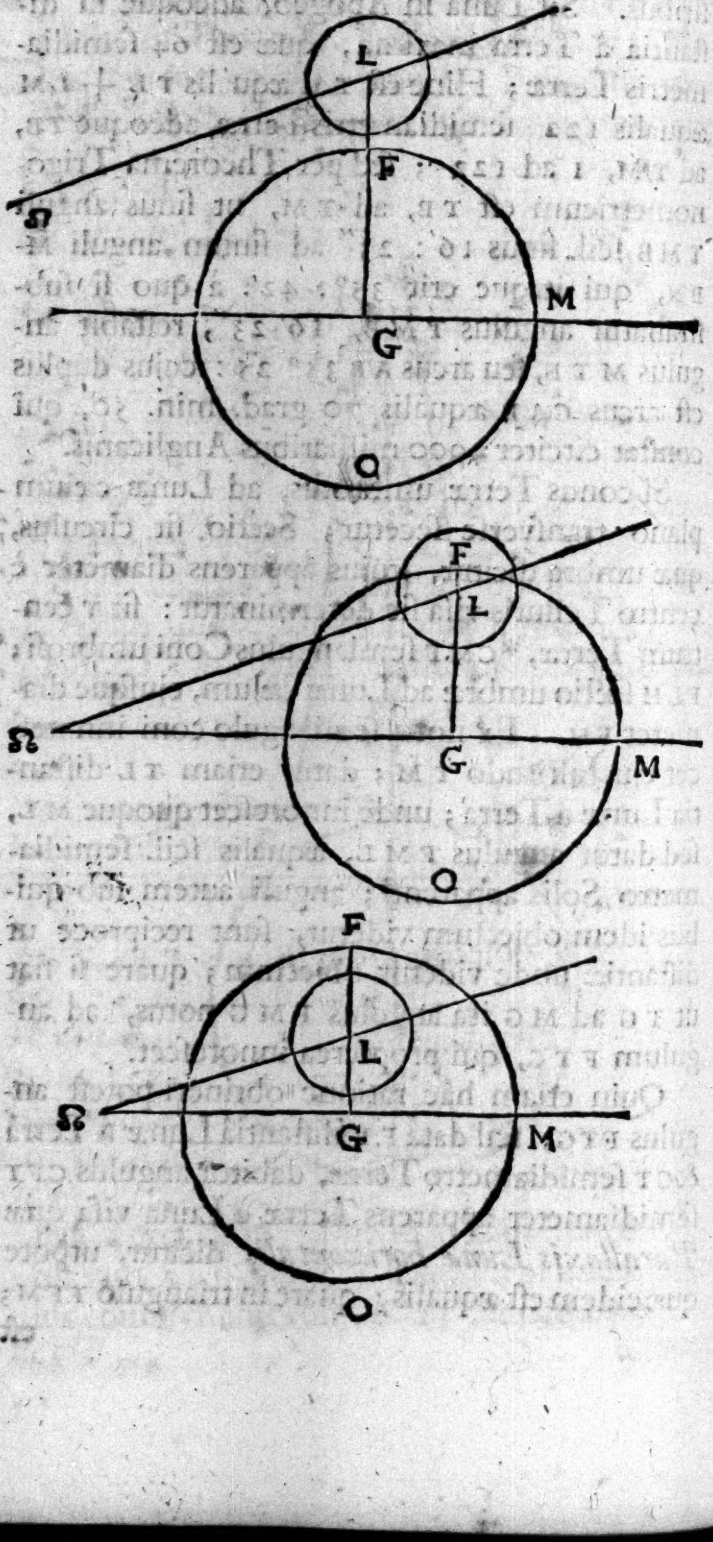
scil. Terra est in Perihelio, estque illa 16′ : 23″ Sit jam A B D Terra, L Luna, A M B semiangulus coni Penumbrosi 16′ 23″, unde invenietur altitudo

altitudo L M æqualis 58½ ſemidiametris terreſtribus. Sit Luna in Apogeo, adeoque in diſtantiâ à Terra maximâ, quæ eſt 64 ſemidiametris Terræ; Hinc eſt T M æqualis T L + L M æqualis 122 ſemidiametris Terræ, adeoque T B, ad T M, 1 ad 122½; ſed per Theorema Trigonometricum eſt T B, ad T M, ut ſinus anguli T M B ſcil. ſinus 16′: 23″ ad ſinum anguli M B N, qui itaque erit 35°: 42′. à quo ſi ſubſtrahatur angulus T M B, 16′ 23″, reſtabit angulus M T B, ſeu arcus A B 35° 25′: cujus duplus eſt arcus C A B æqualis 70 grad. min. 50, qui conſtat circiter 4900 milliaribus Anglicanis.

Si conus Terræ umbroſus, ad Lunæ cælum plano tranſverſe ſecetur; Sectio fit circulus, quæ umbra dicitur, cujus apparens diameter è centro Telluris viſa ſic determinatur: ſit T centrum Terræ, *C M T ſemiangulus Coni umbroſi; F L H ſectio umbræ ad Lunæ cælum, ejuſque diameter F H. Ex noto ſemiangulo coni innoteſcet ejus altitudo T M; datur etiam T L diſtantia Lunæ à Terra; unde innoteſcet quoque M L, ſed datur angulus F M L, æqualis ſcil. ſemidiametro Solis apparenti; anguli autem ſub quibus idem objectum videtur, ſunt reciproce ut diſtantiæ unde videtur objectum; quare ſi fiat ut T G ad M G ita angulus F M G notus, ad angulum F T G, qui propterea innoteſcet. *Apparens diameter Umbræ terreſtris.* ** Vide figuram in pag. 136.*

Quin etiam hâc ratione obtineri poteſt angulus F T G; ſcil datâ F T diſtantiâ Lunæ à Terrâ & C T ſemidiametro Terræ, dabitur angulus C F T ſemidiameter apparens Terræ è Luna viſa quæ *Parallaxis Lunæ horizontalis* dicitur, utpote quæ eidem eſt æqualis; quare in triangulo T F M; *Alia methodus idem exquirendi.* *Parallexis Lunæ horizontalis.*

eſt


L
F
Ω
M
G
O
F
L
Ω
G
M
O
F
L
Ω
G
M
O

est angulus externus C F T, æqualis duobus internis & oppositis; adeoque si ab angulo C F T noto, auferatur angulus F M T notus, restabit angulus F T M vel F T G apparens umbræ semidiameter. Apparentes autem Terræ semidiametri seu Lunæ Parallaxes horizontales, pro variis ejus à Terrâ distantiis, habentur in Tabulis Astronomicis.

Quando fient Eclipses Lunæ.

Sit vel ☌ L portio orbitæ Lunaris, quam Luna prope plenilunium percurrit, quæ cum parva sit pro recta haberi potest, per quam transeat planum ad Eclipticæ planum normale illudque secat in recta ☌ M, in quam ex L cadat perpendicularis L G circulus F M O repræsentet umbram Terræ, cujus centrum G, erit G L latitudo seu distantia Lunæ ab Ecliptica, momento plenilunii, quæ parum differt à Lunæ distantia minima. Patet si G L Latitudo



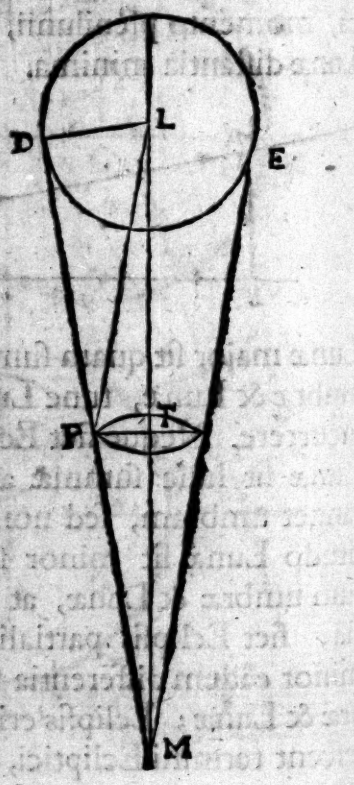
Lunæ major sit quam summa semidiametrorum umbræ & Lunæ, tunc Lunam in umbram non incurrere. Neque fiet Eclipsis. At si Latitudo Lunæ sit huic summæ æqualis, Lunæ limbus tanget umbram, sed non ingredietur. Si Latitudo Lunæ sit minor summâ semidiametrorum umbræ & Lunæ, at major earum differentiâ, fiet Eclipsis partialis. At si Latitudo sit minor eâdem differentia semidiametrorum umbræ & Lunæ; Eclipsis erit totalis. Hinc innotescent termini Ecliptici, quibus si distantia Lu-

Termini Ecliptici.

næ

næ à nodo sit minor, tempore Plenilunii fieri potest Eclipsis: Si major, non potest. Referat ☌ s portionem Eclipticæ, ☌ L portionem orbitæ Lunæ, s L Latitudinem Lunæ tempore plenilunii; quæ latitudo sit talis, ut Lunæ limbus tangat circulum umbrosum, sitque Nodus ad ☌. angulus L ☌ s est inclinatio orbis Lunaris ad Eclipticam 5 circiter graduum & L s Latitudo Lunæ, ubi ejus limbus contingit umbram 66'. min. Itaque datis L s & angulo L ☌ s invenitur ☌ s seu distantia puncti Eclipticæ Soli oppositi, à nodo scil 7 54 min. seu 12 gr. 34' unde si longius distet punctum Eclipticæ Soli oppositum, vel Luna à ☌. nulla erit Eclipsis.

Sit L Lunæ centrum, ejus Conus umbrosus D M E, hic conus ad distantiam Terræ plano tranverse secetur, sectio fiet circulus, cujus semidiameter dicitur semidiameter umbræ Lunæ; Angulus autem, sub quo semidiameter umbræ ex Lunâ visa apparet, æqualis est differentiæ semidiametrorum apparentium Solis & Lunæ è Terra visarum. Est enim angulus L P D semidiameter apparens Lunæ, æqua-



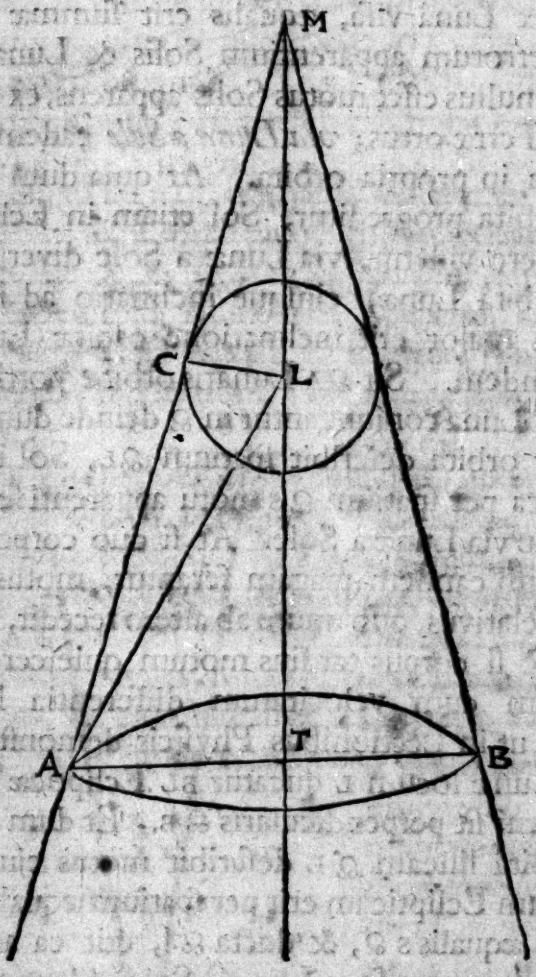
Apparens umbræ Lunaris diameter è Luna visa.

lis

lis duobus internis angulis P L M, & P M L; unde angulus P L M vel P L T ſemidiameter apparens umbræ æqualis eſt angulo L P D dempto angulo L M P, hoc eſt ſemidiametro Lunæ apparenti dempta ſemidiametro apparenti Solis.

Apparens Penumbræ diameter.

Sit L Luna, A M B conus penumbroſus ad terram uſque protenſus, ejuſque Axis M T; ſi co-



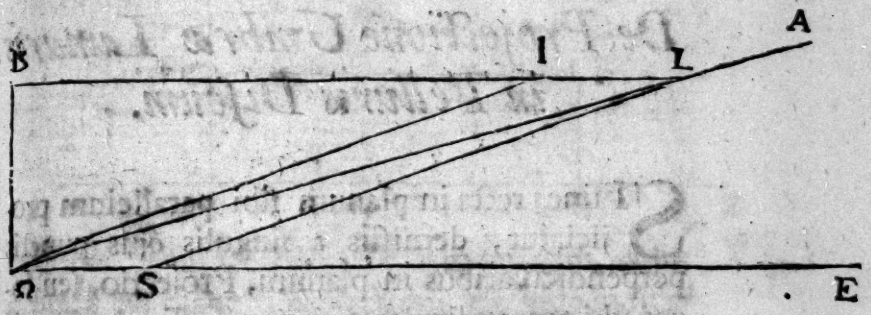
nus per T tranſverſe plano ſecetur, fiet circulus, cujus ſemidiameter A T, dicitur Penumbræ ſemidiameter

midiameter; & angulus ſub quo illa ex Lunâ apparet eſt TLA, qui cum trianguli LMA externus ſit angulus, erit æqualis internis & oppoſitis LAM & LMA. ſcd angulus LMA eſt ſemiangulus coni, & æqualis ſemidiametro apparenti Solis, & MAL ſeu CAL æqualis eſt ſemidiametro apparenti Lunæ, ex Terra conſpectæ, unde ſemidiameter apparens Penumbræ ex Lunâ viſa, æqualis erit ſummæ ſemidiametrorum apparentium Solis & Lunæ.

Via Lunæ à Sole.

Si nullus eſſet motus Solis apparens, ex motu reali Terræ ortus; *via Lunæ a Sole* eadem eſſet ac via in propria orbita. At quia dum Luna in orbita progreditur, Sol etiam in Ecliptica incedere videtur, via Lunæ à Sole diverſa erit ab orbitâ Lunæ, ejuſque inclinatio ad Eclipticam major erit inclinatione orbitæ Lunaris ad eandem. Sit ☌A Lunaris orbitæ portio, & Sol & Luna conjungantur in ☌ deinde dum Luna in orbita deſcribit ſpatium ☌L, Sol in Ecliptica per ſpatium ☌s motu apparenti feratur, erit s L via Lunæ à Sole. At ſi duo corpora ſecundum eandem plagam ferantur, motus ipſorum relativus, quo unum ab altero recedit, idem erit ac ſi corpus tardius motum quieſceret, & alterum cum velocitatum differentia latum eſſet, ut in Lectionibus Phyſicis demonſtratur. Per Lunæ locum L ducatur BL Eclipticæ parallela, cui ſit perpendicularis ☌B. Et dum Luna in orbitâ lineam ☌L deſcribit motus ejus ſecundum Eclipticam erit per ſpatium æquale BL, ſit Ll æqualis s☌, & ducta ☌l, erit ea ad sL parallela, motuſque Lunæ à Sole, idem erit ac ſi Sol in ☌ quieſceret, & Luna ſecundum Ecliptic-

clipticam lata esset, velocitate B l, velocitatum scil, differentiâ. Cum autem anguli BL ☊, & Bl ☊ parvi sint, erit angulus BL ☊ ad angulum



Bl ☊, ut Bl ad BL, hoc est ut differentia motuum Solis, & Lunæ secundum Eclipticam ad motum Lunæ in Ecliptică; Ita erit angulus quem facit orbita Lunæ cum Ecliptica, ad angulum Bl ☊; qui æqualis est angulo l ☊ E, seu L S E angulo inclinationis viæ Lunæ à Sole cum Ecliptică.

Hinc quoque innotescet angulus, quem circulus Latitudinis per quodvis Eclipticæ punctum ductus facit cum via Lunæ à Sole. Nam in Triangulo Sphærico rectangulo, quem Ecliptica, via Lunæ, & circulus Latitudinis faciunt, datur unus angulus, Inclinatio viæ Lunæ ad Eclipticam, & basis, distantia scil. circuli Latitudinis à Nodo, unde & alter angulus acutus dabitur.

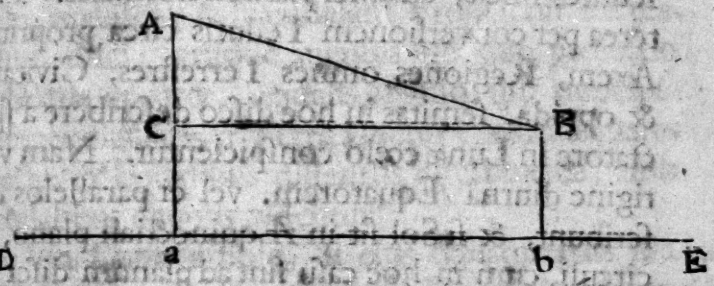
LECTIO XIII.

De Projectione Umbræ Lunaris in Telluris Discum.

SI linea recta in planum sibi parallelum projiciatur, demissis à singulis ejus punctis perpendicularibus in planum, Projectio, seu locus ubi perpendiculares planum offendunt, erit linea recta priori parallela, & æqualis; Nam perpendiculares, quæ ab extremis Rectæ punctis in planum ducuntur, sunt parallelæ & æquales, unde quæ ipsas conjungunt rectæ lineæ, æquales & parallelæ erunt. Hinc si duæ rectæ lineæ sese contingentes, plano alicui sint parallelæ, ipsarum in planum illud Projectiones, & ipsæ rectæ lineæ æquales angulos continebunt, uti liquet per 10 El. XI. Adeoque si Figura quælibet plana in planum sibi parallelum projiciatur, Projectio erit figura ei similis & æqualis.

At si linea ad planum inclinetur, ejus projectio, demissis perpendicularibus in planum, erit ad ipsam lineam, ut cosinus anguli inclinationis ad radium. Sit A B linea ad planum inclinata, & D E representet planum ad quod inclinatur, demissis à punctis A & B perpendicularibus rectis A a B b; erit a b projectio lineæ A B, cui si ducatur per B parallela B C perpendiculari A a occurrens in C, erit B C æqualis a b; sed est B C ad

AB; ut cosinus anguli ABC ad radium; unde erit a b ad AB, ut cosinus anguli inclinationis ad



radium. Hinc sequitur figuram omnem, cujus planum ad planum projectionis est perpendiculare, projici in lineam rectam. Nam perpendiculares à quibusvis plani punctis in planum projectionis demissæ, semper cadent in communem planorum sectionem: Hujusmodi linearum & Figurarum projectio Dicitur *Projectio Orthographica.* *Projectio Orthographica.*

Si per Telluris centrum transire concipiatur Planum, ad quod recta, Solis & Terræ centra conjungens, sit perpendicularis, planum hoc in Terrâ efficiet circulum, qui Hemisphærium illustratum à tenebroso distinguet; quemque circulum lucis & umbræ Finitorem in superioribus lectionibus nominavimus; hic *Telluris Discum* appellari illum liceat, qui discus spectatori in Lunæ cœlo, & in rectâ quæ centra Solis & Terræ conjungit constituto, directe obvertitur, & in illum Æquator Terrestris, ejusque Paralleli, Poli & circuli omnes in superficie Terræ projici videntur. Nam rectæ è centro Solis ad quælibet disci puncta censendæ sunt parallelæ, adeoque cum ea linea, quæ ad centrum disci ducitur, sit ejus plano perpen- *Telluris Discus.* *Projectio in Discum Orthographica.*

dicularis, erunt reliquæ omnes, a centro Solis ductæ & per quælibet Telluris puncta transeuntes lineæ, ad disci planum normales. Præterea per conversionem Telluris circa proprium Axem, Regiones omnes Terrestres, Civitates & oppida, semitas in hoc disco describere à spectatore in Lunæ cœlo conspicientur. Nam vertigine diurnâ Æquatorem, vel ei parallelos describunt, & si Sol sit in Æquinoctiali plano, hi circuli, cum in hoc casu sint ad planum disci recti, in rectas lineas projicientur: at in aliis casibus projicientur in Ellipses quæ erunt semitæ, quas spectator loca Telluris in disco percurrere videbit. Et si per Polum Telluris circulus immobilis traducatur, cujus Planum productum per Solem transeat, fiet Meridianus Universalis; ad cujus Planum cum locus quilibet pervenerit, fit istius loci incolis meridies: cum vero locus quilibet marginem disci occidentalem primo attigerit, istius loci incolæ Solem orientem videbunt. At spectator in Lunæ cælo, locum in disco oriri aspiciet; & versus orientem progredi, cumque meridianum transiverit, locus Sole orientalior factus Sol è Terra versus occidentem vergere; apparebit; ad marginem denique disci orientalem pervento loco, mox is occidere & in tenebrosâ Telluris parte se abscondere, è Luna videbitur, cum Loci Incola Solem occidentem & è conspectu ejus sese subducentem videbit.

Meridianus Universalis.

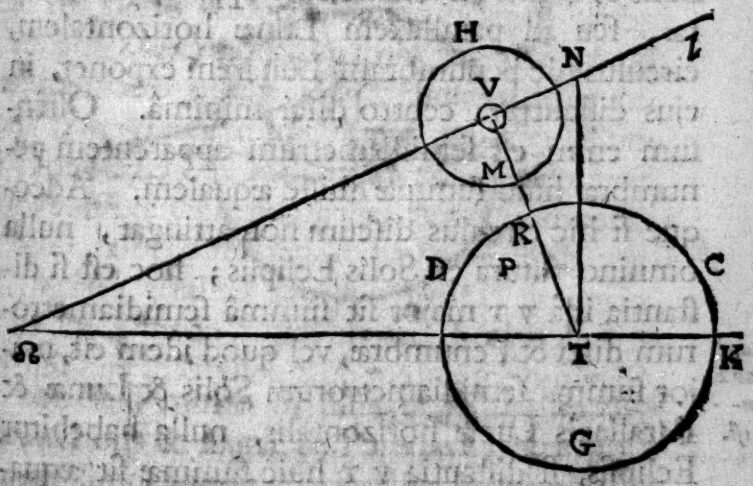
Disci magnitudo.

Disci Magnitudo pet angulum sub quo Terræ semidiameter è Luna videtur, æstimatur; Estque idem angulus qui Parallaxis Lunæ Horizontalis dicitur. Et si a Lunâ in planum Eclipticæ

clipticæ perpendicularis demittatur, quæ Lunæ distantiam ab Ecliptica metitur, erit hæc linea plano disci parallela, adeoque in rectam sibi æqualem & parallelam projicietur in planum disci; eritque angulus sub quo projectio è Luna apparet, æqualis angulo sub quo ipsa perpendicularis è Terra videtur; nam æquales rectæ ex æqualibus distantiis directe visæ, sub æqualibus angulis videntur.

Via Lunæ à Sole, si ejus capiatur pars illa exigua, quæ tempore Eclipsis Disco obvertitur, pro recta linea haberi potest, & in disco in rectam sibi æqualem projicietur, ejusque projectio cum circulo Latitudinis projecto eundem angulum continebit, quem via Lunaris facit cum eodem in Eclipticâ. Hanc lineam centrum Penumbræ in plano disci exceptæ percurrere videbitur. *Via Lunæ à Sole in discum projecta.*

Circulus D K G Telluris discum repræsentet,

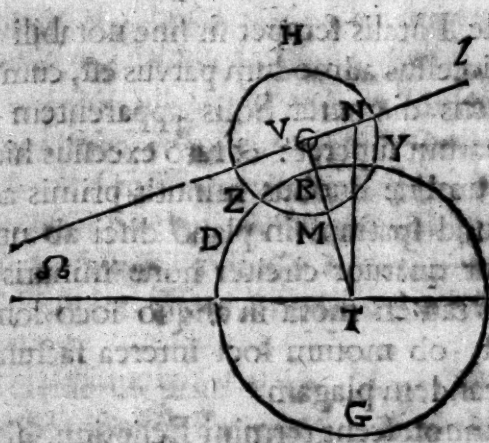


cujus semidiameter tot contineat partes quot parallaxis Lunæ horizontalis, seu semidiameter

Latitudo Lunæ in discum projecta.

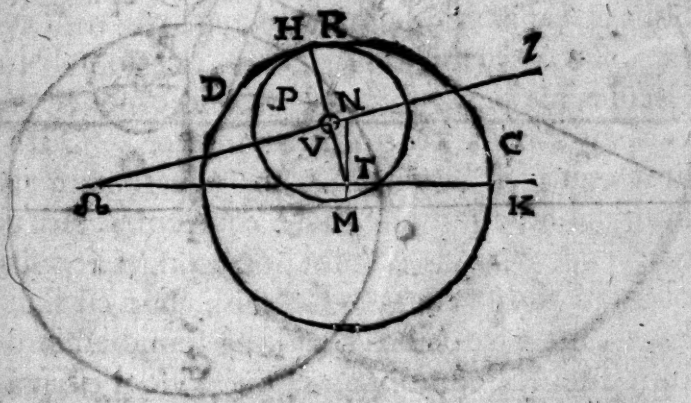
apparens Terræ è Luna visa constat scrupulis. Linea NT sit distantia Lunæ à plano Eccliptice tempore novilunii in planum disci projecta, tot etiam constans partibus, quot Latitudo Lunæ habet scrupula. ☌K Eclipticæ portio ☌l viæ Lunaris à Sole portio in disci planum projectæ. Ex centro disci T, in Penumbræ semitam demittatur perpendicularis TV; hæc recta metitur minimam distantiam centrorum Disci & Umbræ Lunaris. Centro V describatur circellus parvus, cujus semidiameter sit æqualis excessui semidiametri Lunæ apparentis supra Solis apparentem diametrum: circellus ille umbram Lunarem exponet, nam ostensum est Umbram illam è Lunam visam æqualem esse differentiæ apparentium diametrorum Solis & Lunæ. Rursus si describatur circulus HM prioris concentricus, cujus semidiametur VM sit ad semidiametrum disci, ut summa semidiametrorum Solis & Lunæ ad diametrum apparentem Terræ, seu ad parallaxem Lunæ horizontalem, circulus hic penumbram Lunarem exponet, in ejus distantiâ à centro disci minimâ. Ostensum enim est semidiametrum apparentem penumbræ huic summæ fuisse æqualem. Adeoque si hic circulus discum non attingat, nulla omnino futura est Solis Eclipsis; hoc est si distantia illa VT major sit summâ semidiametrorum disci & Penumbræ, vel quod idem est, major summâ semidiametrorum Solis & Lunæ & Parallaxis Lunæ horizontalis, nulla habebitur Eclipsis, si distautia VT huic summæ sit æqualis, Penumbra Terram stringet, in illam tamen non incurret. At si VT sit hâc summâ minor,

Quando Terra ab Eclipsi immunis est.



minor, hoc est si V T, sit minor quam V M, & T R; aliquam disci Telluris partem Penumbra teget. Et qui segmento R Z M Y includunduntur, Eclipsim Solis partialem saltem videbunt. *Quando Eclipses Partiales.*

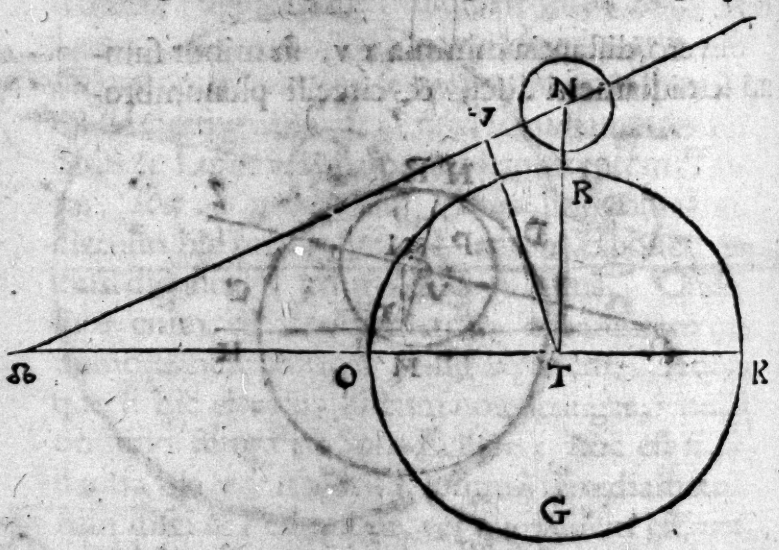
Si vero distantia minima T V, sit minor summâ semidiametri disci, & circelli plenumbro- *Quando Eclipses Solis totales.*



si, hoc est si minor sit differentia semidiametrorum Solis & Lunæ & Parallaxi Lunæ horizontali simul sumptis, circellus plenumbrosus aliquam disci partem percutret, inque iis locis per quæ transit, Eclipsim Totalem Solis efficiet.

Eclipsis ille Totalis semper fit fine notabili morâ, quia circellus admodum parvus est, cum Lunæ apparens diameter Solis apparentem diametrum parum superet: & raro excessus hic seu diameter umbræ duobus minutis primis ad æquatur, quod spatium in plano disci ab umbra percurretur quatuor circiter horæ minutis primis; ejus tamen mora in aliquo loco longior esse potest, ob motum loci interea factum secundum eandem plagam.

Termini Ecliptici. Hinc innotescent termini Ecliptícæ, seu distantia Lunæ à nodo tempore conjunctionis ut possibilis sit Eclipsis Solis; Sit enim circulus R O G discus Terrestris, ☊ T K linea sit intersectio plani Ecliptícæ cum plano disci, estque pro-

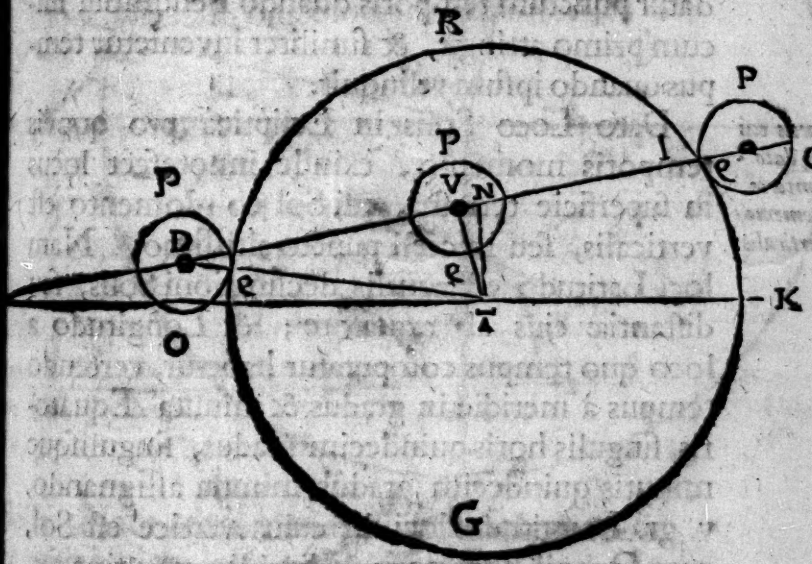


jectio portionis Ecliptícæ in idem planum ☊ N portio viæ Lunaris in planum disci projectæ. T V minima distantia centrorum umbræ & disci similiter projecta, æqualis semidiametro disci & semidiametro penumbræ simul sumptis: in Tri-

angulo

angulo ☌ T V, datur latus T V, quod cum maximum est, 94½ minutis primis constat, datur quoque angulus ad ☌ qui cum minimus est, constat gradibus 5. min. 30. unde invenietur ☌ T æquale 986 minutis primis seu grad. 16 min. 26. cumque in hoc casu penumbra Telluris discum tantùm stringit, necesse est ut tempore novilunii Ecliptici Luna à nodo minus distet quam 16 gr. 26.

Referat ut prius R K G discum Terrestrem, ☌ T K portionem Ecliptice in disci planum projectam, ☌ l semitam centri penumbræ per discum transcurrentis, erit T N Latitudo Lunæ, & T V minima distantia centrorum umbræ & disci. Sit circulus O P Q penumbra, à D per V N ad l pergens, in cujus medio est circellus umbram repræsentans, sitque notum tempus conjunctionis, seu cum penumbræ centrum est in N, quod per Tabulas Astronomicas datur; dabitur inde tempus cum centrum Umbræ



Tempus Eclipsationis media.

bræ est in V, hoc est tempus Eclipsationis mediæ. Nam in triangulo rectangulo T V N, datur T N latitudo Lunæ, & angulus T N V quem circulus Latitudinis facit cum via Lunæ unde innotescet V K, & T V; sed ex motu Lunæ à Sole dabitur tempus, quo umbræ centrum percurrit spatium V N, hoc tempus à tempore conjunctionis subductum, vel additum, dabit tempus Eclipsationis mediæ. Præterea in triangulo rectangulo D T V, dantur D T summa semidiametrorum disci & Penumbræ, & T V distantia minima jam inventa, ex his innotescet D V, & inde tempus quo umbra percurret arcum D V, hoc est semiduratio Eclipseos in disco, & hinc quoque datur punctum temporis quando Penumbra discum primo attingit, & similiter invenietur tempus quando ipsum relinquit.

Semiduratio Eclipseos.

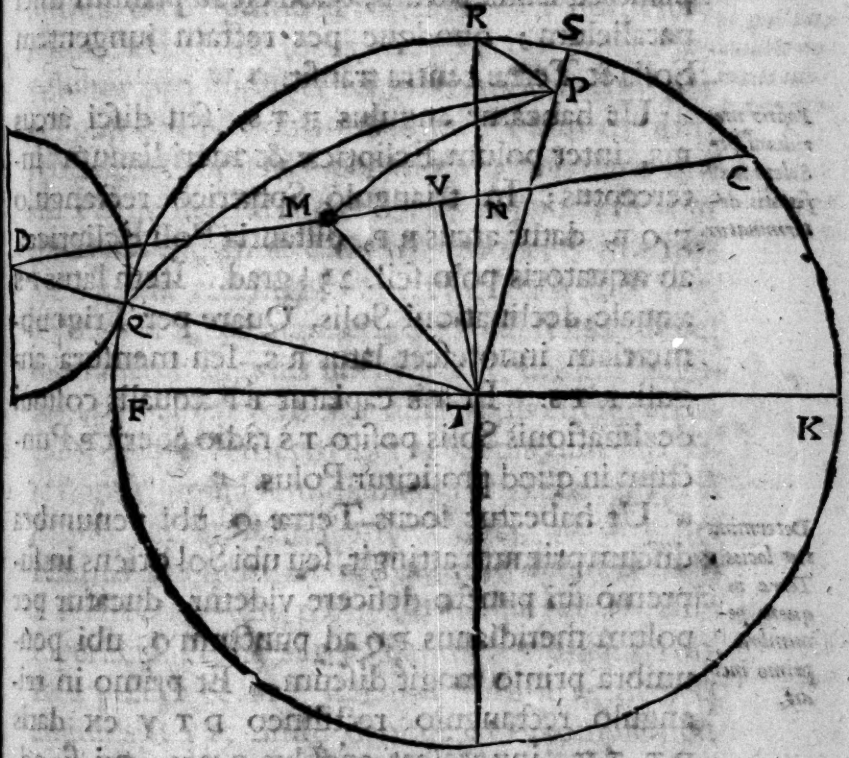
Locus cui Sol dato temporis momento est verticalis.

Dato Loco Solis in Ecliptica pro quovis temporis momento, exinde innotescet locus in superficie terrestri, cui Sol eo momento est verticalis, seu in cœli puncto altissimo. Nam loci Latitudo est æqualis declinationi Solis, seu distantiæ ejus ab æquatore; & Longitudo a loco quo tempus computatur habetur, vertendo tempus à meridie in gradus & minuta Æquatoris, singulis horis quindecim gradus, singulisque minutis quindecim gradûs minuta assignando, v. gr. Longitudo loci in cujus vertice est Sol, cum Oxonii hora nona & dimidia matutina numeratur, habetur substrahendo 9 h. 30′ à 12 & restabunt horæ 2 30′ quæ in 15 ductæ efficiunt gradus 37 : minut. 30. Locus itaque ille erit gr. 37. min. 30. Oxonio orientalior.

Elevatio Poli supra discum.

Circulus F R K ut prius repræsentet Telluris discum,

diſcum, F T K portionem Eccliptícæ in diſcum projectam, cui ſit normalis T R, erit illa arcos Eclipticæ projectio & punctum R ejuſdem polus, ſitque P polus Terræ projectus. Per T & polum P concipiamus tranſire circulum T P S qui meridianum univerſalem repræſentet, & Elevatio Poli ſupra diſci planum æqualis erit declinationi



Solis. Nam arcus meridiani inter Solem & diſcæ peripheriam interceptus eſt circuli quadrans; & arcus ejuſdem meridiani inter æquatorem & polum eſt quoque circuli quadrans. Quare ab æqualibus ablato communi T P, erit P S elevatio poli ſupra diſcum, æqualis diſtantiæ Solis ab Æquatore.

Notan-

Notandum est quando Sol tenet signa ♍ ♎ ♐ ♑ ♒ ♓ seu potius quando Terra tenet signa opposita, Punctum S, ubi meridianus disci peripheriæ occurrit, cadere ad dextram Poli Eclipticæ, at quando in reliquis sex signis sit, punctum illud erit ad sinistram respectu poli Eclipticæ, secus ac fit ubi projectio concipitur fieri in plano ad Lunæ cælum, quod est ad planum disci parallelum; quodque per rectam jungentem Solis & Terræ centra transit.

Positio meridiani per Solem transeuntis determinatur.

Ut habeatur angulus R T S, seu disci arcus R S, inter polum Eclipticæ & meridianum interceptus; In triangulo Sphærico rectangulo R Q B, datur arcus R P, distantia Poli Eclipticæ, ab æquatoris polo scil. 23½ grad. Item latus P S æquale declinationi Solis, Quare per Trigonometriam innotescet latus R S, seu mensura anguli R T S. In T S capiatur T P æqualis cosinui declinationis Solis posito T S radio & erit P Punctum in quod projicitur Polus.

Determinatur locus Terræ in quem penumbra primo incidit.

Ut habeatur locus Terræ Q. ubi penumbra discum primum attingit, seu ubi Sol oriens in supremo sui puncto deficere videtur, ducatur per polum meridianus P Q ad punctum Q, ubi penumbra primo tangit discum. Et primo in triangulo rectangulo rectilineo D T V ex datis D T T V, innotescet angulus D T V, qui si addatur vel subtrahatur angulus datus V T P, qui est summa vel differentia notorum angulorum V T N, N T P, dabitur angulus Q T P. Hinc in Triangulo in superficie terræ Sphærico rectangulo S P Q, datur S P æqualis declinationi Solis & arcus S Q qui est mensura anguli S T Q. dabitur inde arcus P Q complementum Latitudinis

nis loci Q. Item dabitur S P Q angulus, ejuſque complementum ad duos rectos, ſcil. angulus Q P T; qui eſt menſura diſtantiæ meridianorum loci Q, & loci iſtius cui Sol eſt verticalis, cumque locus hic notus ſit, innoteſcet quoque locus Q, nam nota eſt tam Longitudo ejus, quam Latitudo.

Determinatio Loci Terræ qui dato quolibet momento umbrâ involvitur.

Eâdem methodo innoteſcet locus Terræ qui umbra totali primo involvitur. Et ſimili fere ratione habebitur locus terræ M, qui umbrâ involvitur pro quolibet temporis momento, ante vel poſt Eclipſationis medium. Nam ex dato temporis momento per motum horarium Lunæ â Sole invenitur recta M V, & punctum M in diſco ubi incumbit centrum umbræ, & in triangulo itaque rectangulo M V T, ex datis M V, V T, dabitur M T, & angulus M T V, cui ſi addatur vel ſubtrahatur angulus notus V T P, dabitur angulus M T P; Eſt vero M T ſinus arcus circuli verticalis, qui per verticem loci M & punctum ſub Sole tranſit, poſita ſemidiametro diſci pro radio; ſi itaque fiat ut ſemidiameter diſci, ad M T, ita Radius ad ſinum arcus, qui erit diſtantia Solis à vertice M. In triangulo itaque Sphærico in ſuperficie Terræ M P T, dantur P T diſtantia Solis à polo, & M T diſtantia Solis à vertice, & angulus M T P, unde dabitur M P complementum Latitudinis Loci, & angulus M P T qui oſtendet differentiam meridianorum loci M, & loci illius cui Sol verticalis eſt; ſed datur differentia meridianorum iſtius loci cui Sol verticalis eſt, & loci à quo tempus computatur; Quare dabitur differentia meridianorum loci M, & loci à quo tempus computatur. Ex quâ innoteſcet locus M. Atque hâc methodo ſi plu-

ra

ra inveniantur loca, per quæ centrum umbræ tranſit, lineiſque jungantur, habebitur ſemita Umbræ in Telluris ſuperficie.

Pars Solaris diametri obſcurata.

Pars diametri Solaris obſcurata innoteſcet ex loco ſpectatoris intra penumbram, ſeu ex ejus diſtantia à centroumbræ. Sit enim ASB diameter Solis diametro Penumbræ EF parallela, ducatur Recta MCB, Lunam ſtringens ad ſuperiorem Solaris diametri terminum, FGA vero ad inferiorem Solaris diametri terminum tendat: erit angulus ACB æqualis diametro apparenti Solis, & Triangula ACB, MCF erunt ſimilia: ſit jam ſpectator intra penumbram in G locatus, Ducatur recta GCP, tangens Lunæ globum, & erit AP pars diametri Solaris à Lunâ obſcurata ſpectatori in G; ſed Recta GA cum per triangulorum vertices ad C quam proxime tranſit, baſes AB, MF ſimiliter fere dividet; unde AP, ad AB, ut GF, ad MF. Eſt itaque pars obſcurata diametri Solaris, ad ipſam diametrum, ut diſtantia Loci à margine Penumbræ, ad Penumbræ ſemidiametrum diminutam ſemidiametro Umbræ.

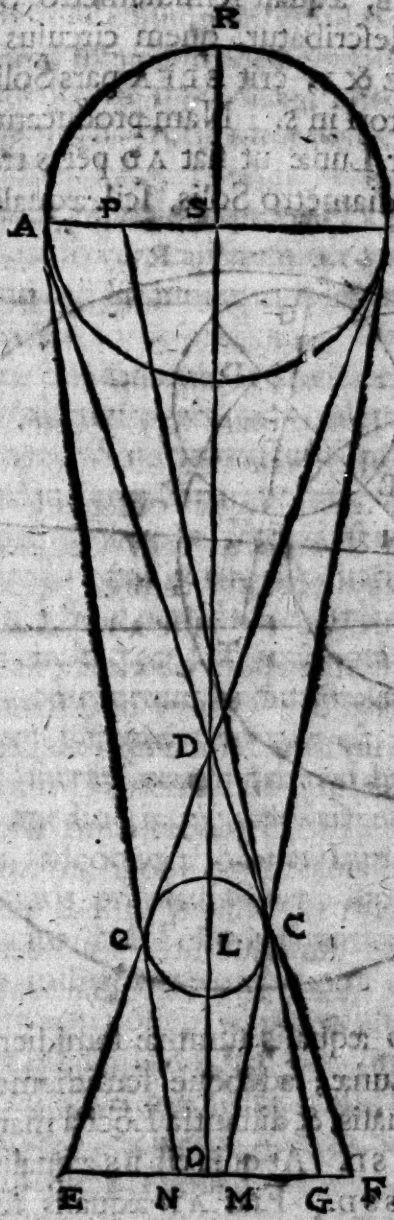
Quantitas Eclipſeos per digitos menſuratur.

Dividunt Aſtronomi Solarem Diametrum, ſicuti etiam Lunarem in duodecim partes æquales; quas digitos appellant, quibus quantitatem obſcurationis dimetiuntur. Et Ecclipſim dicunt tot eſſe digitorum, quot diametri pars obſcurata conſtat digitis.

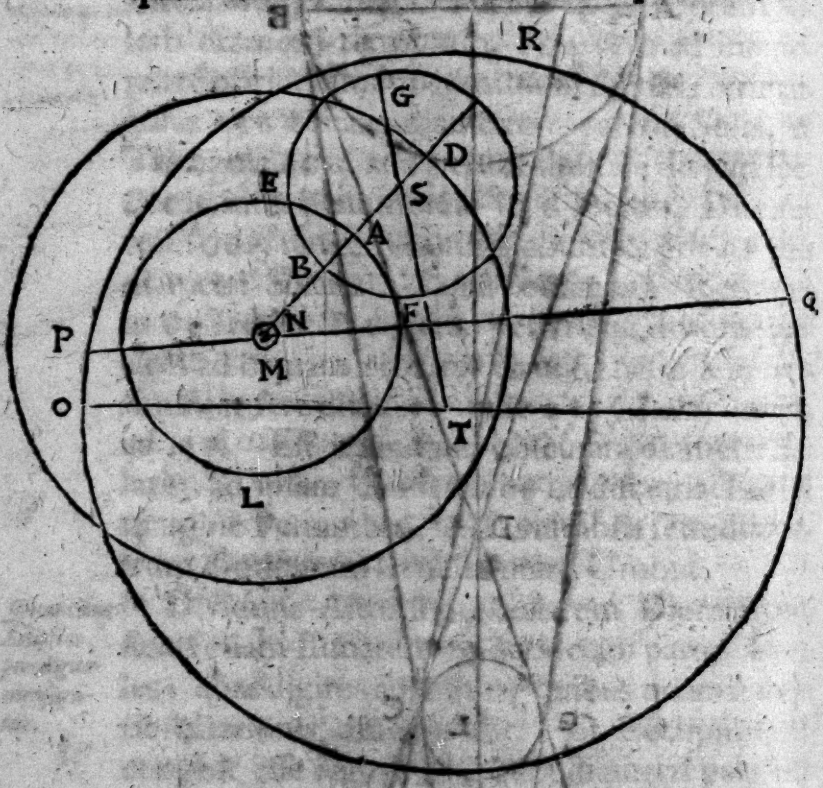
Dato ſitu in diſco pro quolibet temporis momento invenitur phaſis Eclipſeos pro eo momento.

Si detur ſitus loci in diſco pro quolibet temporis momento, & quæratur quæ futura ſit Phaſis Eclipſeos eo momento in loco illo; hæc ſic invenitur. Sit s ſitus loci in diſco, quæratur pro illo temporis momento locus centri penumbræ in propria ſemitâ, quæ ſit M; quo centro

&


R
A
P
S
B
D
e
L
C
O
E
N
M
G
F

& semidiametro æquali semidiametro Lunæ describatur circulus AFL, Item centro S, semidiametro SB, æquali semidiametro Solis, circulus EBG describatur, quem circulus EFL intersecat in E & F, erit EBFA pars Solis à Lunâ tecta spectatori in S. Nam producatur MA semidiameter Lunæ ut fiat AD per S transiens æqualis semidiametro Solis, scil. æqualis BS, un-



de erit MD æqualis summæ semidiametrorum Solis, & Lunæ; adeoque semidiametro Penumbræ æqualis, & distantia Loci à margine Penumbræ erit SD. At quia est BS æqualis AD, erit AB æqualis SD. Fiat AN æqualis semidiametro Solis, critque MN æqualis differentiæ semidiame-

diametrorum Solis & Lunæ; seu æqualis semidiametro Umbræ: Sed ostensum est esse D S, ad D N, ut pars diametri Solis obscurata, ad Solis diametrum; & ita quoque erit A B quæ est, ipsi D S æqualis, ad D N; sed est D N æqualis Solis diametro, quare erit A B æqualis parti diametri Solis obscuratæ.

Hinc Cuspidum quoque positio determinatur, nam ducto verticali circulo T S G, arcus G E, G F, ostendunt distantiam cuspidum à supremo Solis puncto.

Si quæraris, Academici, velocitatem qua Umbra Terræ discum percurrit, observandum est, viam Lunæ à Sole in discum projici in lineam sibi æqualem, & parallelam; adeoque velocitas centri umbræ in propriâ semitâ in discum excepta, æqualis est velocitati quâ Luna viam suam à Sole percurrit. At motus Lunæ à Sole est circiter $30' \frac{1}{2}$ in unâ horâ, adeoque spatium, quod centrum Penumbræ in unâ horâ intra discum percurrit, æquale est arcui $30' \frac{1}{2}$ in orbita Lunari; verum orbitæ Lunaris semidiameter mediocris æqualis est 60 semidiatris Terræ, adeoque $1'$ orbitæ Lunare æquale erit 60 minutis primis in Terræ superficie, seu uni gradui circuli in Telluris superficie maximi; hoc est 69 milliaribus Anglicanis; & proinde $30' \frac{1}{2}$ minuta æquipollent 2104 milliaribus Anglicanis; Quod spatium Umbra conficit in una horâ. At quamvis hæc sit velocitas Umbræ in Disco Terrestri, velocitas tamen, quâ à dato Loco in superficie Telluris recedit, eâ minor est: Nam dum Umbra ab occidente in orientem movetur, loca omnia Telluris interea per

vertiginem Terræ diurnam abrepta, etiam ab occidente in orientem, ſed Lunâ tardius, feruntur; adeoque motum Umbræ lentius ſequentes, velocitatem, quâ Umbra ab iis recedit, diminuunt.

LECTIO XIV.

Nova Methodus computandi Eclipſes Solis e dato loco viſibiles.

HUC uſque Generalis Eclipſeos Solaris Phænomena expoſuimus, qualia ſcil. à Spectatore in Luna conſtituto videntur, modumque oſtendimus, quo univerſalis Eclipſeos Initium, Medium, atque Finis determinentur. Verum initium illud atque finis à paucis tantum videri poſſunt, ab iis ſcilicet, qui marginem diſci tunc occupant, & prope ſemitam Umbræ locantur, cum interim ex aliis locis verſus interiora diſci ſitis nulla videbitur Eclipſis, neque iis Eclipſari Sol videbitur, niſi poſt ſatis notabile Tempus, quando ſcil. Penumbræ margo primo loca illa attigerit: finiſque erit Eclipſeos, quando margo eadem reliquerit; unde pro vario locorum ſitu, varia quoque erunt durationis Tempora, ſicuti & Eclipſeos quantitas, pro diverſâ diſtantiâ locorum à ſemita Umbræ.

Initium & finis Generalis Eclipſeos à paucis videri poſſunt.

Tempora & initia Eclipſeos pro diverſitate locorum ſunt diverſa.

Ut igitur Eclipſeos particularis Phaſes, quales è dato loco conſpiciendæ ſunt, habeantur; liceat

lieeat novam vobis, Academici, exponere methodum, qua abſque moleſto illo, multiplici, & laborioſo Parallaxium calculo, quo ante nos utebantur Aſtronomi omnes, Phaſes illæ determinari poſſint. Sit itaque ſemicirculus AEB ſemidiſcus Telluris à Sole illuminatus, Polus Ecliptícæ E, Terræ P. Cum locus quilibet in Terræ ſuperficie, motu diurno raptus, deſcribit circulum æquatori parallelum, & omnes paralleli præterquam in æquinoctiis ſint ad planum diſci inclinati, projicitur parallelus loci cujuſlibet in Ellipſim, quæ erit ſemita, in qua ferri videbitur locus in plano diſci à ſpectatore in Luna conſtituto. Sit itaque FXIID. Ellipſis in quam projicitur parallelus loci cujuſlibet. Et projiciantur quoque circuli horarii, ſaltem projiciantur puncta in quibus circuli horarii parallelum ſecant, ſintque puncta VI VII VIII IX X XI XII I II III IV V VI. Et hora ſextâ matutinâ quem intra diſcum tenet locus erit VI. Hora ſeptima in VII invenietur; hora octava ad punctum VIII deveniet, Nona punctum IX occupabit, atque ita deinceps.

Paralleli omnes in Ellipſes projiciuntur.

Sit CT portio ſemitæ centri Penumbræ in planum diſci exceptæ, atque hora 2da ſupponatur centrum illud in 2, hora tertia in 3, quarta in puncto 4 locari, itque ita deinceps. Hora ſecunda locus in diſco punctum II occupat, itaque diſtantia centri Umbræ à loco erit 2 II. At ſi diſtantia illa ſecundum ſemitam Umbræ æſtimatur, demittatur à loco in ſemitam perpendicularis IIL, eritque diſtantia hac ratione æſtimata, æqualis 2 L, & L punctum erit poſitio loci ad ſemitam Umbræ reducta.

Poſitio loci ad ſemitam Umbræ reducta.

Z
T
B
M
9
P
VI
V
IV
III
5
L
II
I
F
N
S
XII
4
F1
XI
X
3
IX
VIII
VII
VI
V
2
C
A

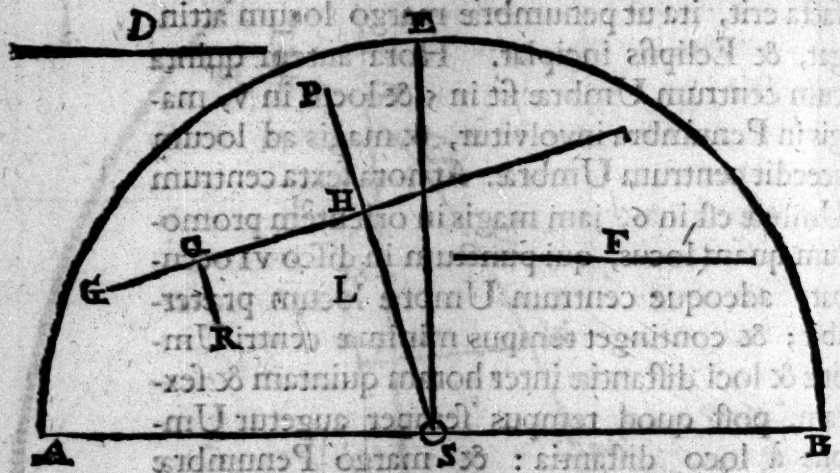
Hora Tertia centrum Umbræ ſit in 3, locus autem in III, eorum diſtantia ſit 3 III minor priore: Hora quarta Umbra ſit in 4 & locus in IV, in quo ſitu Umbra propior ad locum facta erit, ita ut penumbræ margo locum attingat, & Eclipſis incipiat. Hora autem quinta cum centrum Umbræ ſit in 5 & locus in V, magis in Penumbra involvitur, & magis ad locum accedit centrum Umbræ. At hora ſexta centrum Umbræ eſt in 6, jam magis in orientem promotum quam locus, qui punctum in diſco VI occupat, adeoque centrum Umbræ locum præteribit; & continget tempus minimæ centri Umbræ & loci diſtantiæ inter horam quintam & ſextam, poſt quod tempus ſemper augetur Umbræ à loco diſtantia: & margo Penumbræ tandem locum relinquet, fietque finis Eclipſeos. Sequenti autem methodo Initium, Medium, Finis ſicuti Phaſes Eclipſeos è dato loco viſibiles accuratius definiuntur. Utque hoc fiat duo præmittimus Problemata.

PROBLEMA I.

Invenire in Diſco Telluris, ſitum dati loci, pro quolibet Temporis momento dato.

Sit ſemicirculus A E B ſemidiſcus Terræ à Sole illuminatus, A B portio Eclipticæ in diſcum exceptæ ejus Axis S E, Polus E, ſitque linea S P illa in quam Axis Terræ projicitur, atque P projectio Poli. Fiat ut Radius ad ſinum Latitudinis loci ita S P ad S H punctum H erit projectio centri paralleli. Per H ducatur H G æqua- *Inveſtigatio ſitus loci in diſco pro dato tempore.*

lis ſemidiametro paralleli, ſeu ſinui diſtantiæ loci à Polo, quæ ſit ad SP perpendicularis, & erit illa ſemiaxis major Ellipſeos, in quam projicitur parallelus loci. Fiat, ut Radius ad ſinum ele-

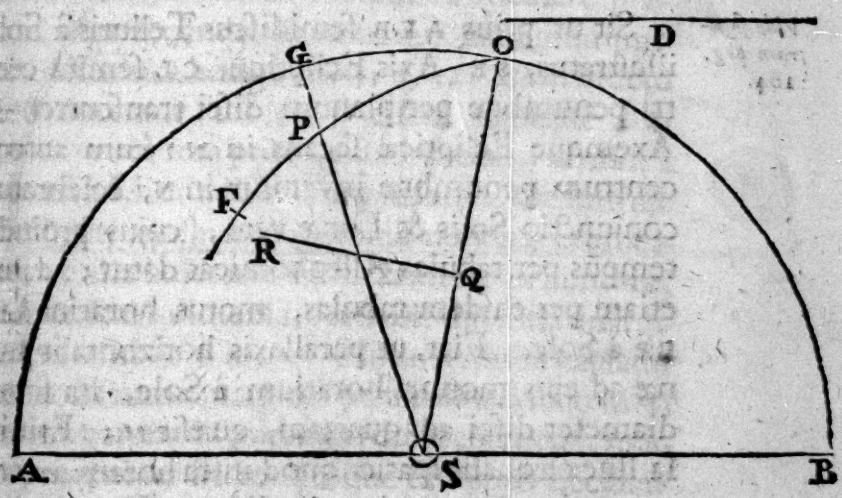


vationis poli ſupra planum diſci, ita GH ad HL erit HL ſemiaxis Ellipſeos minor. In GH capiatur HQ, quæ ad GH eam habeat rationem quam ſinus anguli circuli Horarii & meridiani habet ad radium; ſitque QR ad GH perpendicularis. Fiat item, ut Radius ad coſinum anguli quem circulus horius facit cum Meridiano, ita GH ad D. Denique, fiat ut Radius ad ſinum Elevationis Poli ſupra planum diſci, ita D ad QR erit R ſitus loci quæſitus in diſco pro temporis momento dato.

Idem aliter ope circuli horarii perficitur.

Sit AOB ſemidiſcus illuminatus. Polus P, meridianus Univerſalis SP, cum peripheria diſci conveniens in G, ſitque circulus horarius pro temporis momento dato FPO. In triangulo Sphærico rectangulo PGO, datur PG Elevatio Poli ſupra planum diſci, & angulus GPO, quem circulus horarius facit

facit cum meridiano, unde innoteſcet angulus G O P inclinatio circuli horarii ad planum diſci, item arcus P O & G O, adeoque dabitur Punctum O, ubi circulus horarius convenit cum peripheria diſci: Ducatur S O, erit illa communis ſectio circuli horarii cum plano diſci, & ſit arcus F P diſtantia loci à Polo, ſeu complementum Latitudinis. Poſito S O radio, ſit S Q ſinus arcus,



cujus complementum eſt F O, æquale ſcil. ſummæ duorum arcuum datorum F P & P O, ſitque D coſinus ejuſdem arcus cujus ſinus eſt S Q. Ad Q ſuper O S erigatur perpendicularis Q R, ad quam D eandem habet rationem, quam habet radius ad coſinum anguli inclinationis circuli horarii ad planum diſci, & erit R punctum quæſitum, quod oſtendet poſitionem loci in diſco pro tempore dato. Atque eadem ratione pro aliis diverſis temporum momentis aliæ inveniuntur loci poſitiones in diſco, quæ omnes locantur ad Ellipſim, in quam projicitur parallelus

loci. Hæc omnia patent ex legibus projectionis Orthographicæ.

PROBL. II.

Invenire tempore Eclipseos, situm centri Penumbræ in disco Telluris, pro dato quolibet temporis Momento.

Vide figuram pag. 164.

Sit ut prius AEB semidiscus Telluris à Sole illustratus, SE Axis Eclipticæ, CL semita centri penumbræ per planum disci transcurrentis, Axemque Eclipticæ secans in N: cum autem centrum penumbræ invenitur in N, celebratur conjunctio Solis & Lunæ vera, cujus proinde tempus per tabulas Astronomicas datur; datur etiam per easdem tabulas, motus horarius Lunæ à Sole. Fiat, ut parallaxis horizontalis Lunæ ad ejus motum horarium à Sole, ita semidiameter disci ad quartam, quæsit M; Erit illa linea æqualis spatio quod intra horam à centro umbræ percurritur in disco. Deinde fiat, ut hora una ad tempus interjectum intra conjunctionem veram & temporis momentum pro quo quæritur positio centri umbræ, ita recta M ad aliam: hæc recta ostendet distantiam centri penumbræ in propria semita à puncto conjunctionis veræ N, pro momento temporis dato. Dabitur itaque positio umbræ pro tempore dato. Quæ erat invenienda.

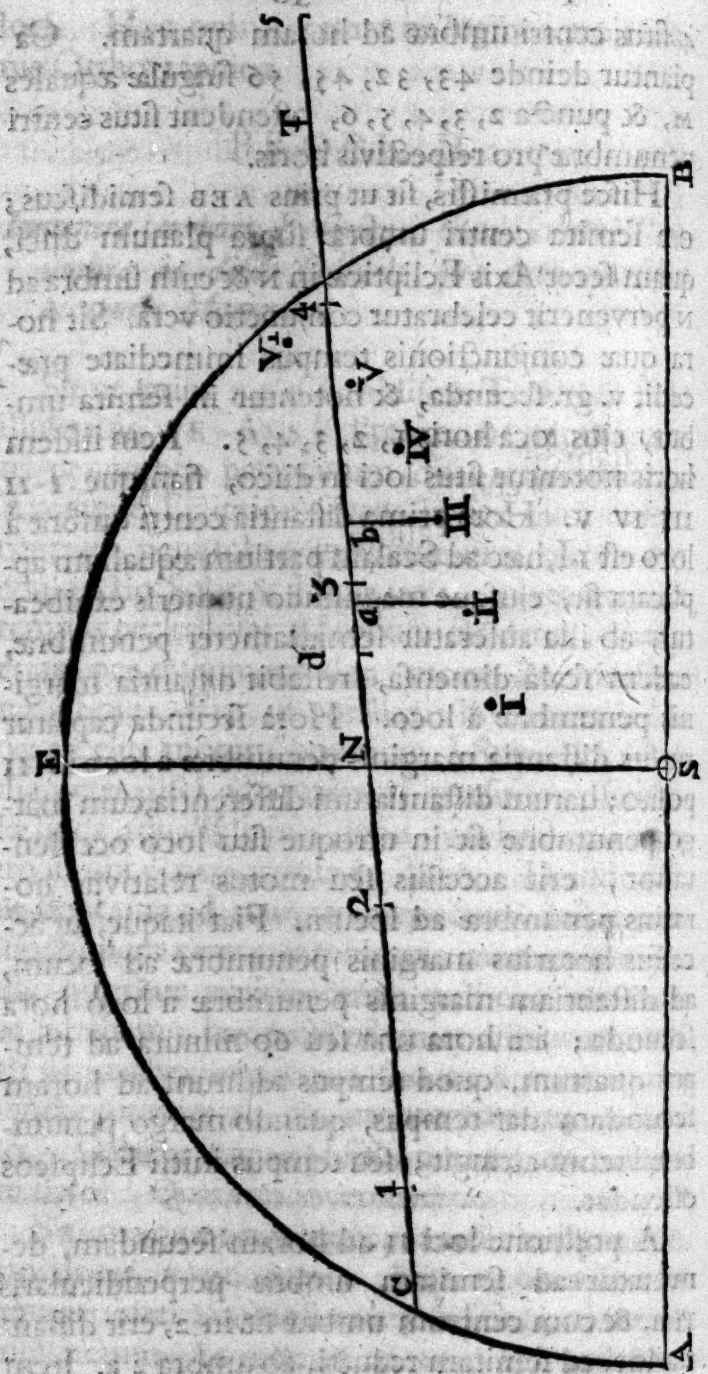
Sit hora quæ immediate præcedit tempus conjunctionis, v. gr. quarta. Fiat, ut hora una ad tempus inter conjunctionem & horam quartam interjectum, ita recta M ad N4. Erit punctum

4 situs

4 ſitus centri umbræ ad horam quartam. Capiantur deinde 43, 32, 45, 56 ſingulæ æquales M, & puncta 2, 3, 4, 5, 6, oſtendent ſitus centri penumbræ pro reſpectivis horis.

Hiſce præmiſſis, ſit ut prius AEB ſemidiſcus; CT ſemita centri umbræ ſupra planum diſci, quam ſecet Axis Eclipticæ in N & cum umbra ad N pervenerit celebratur conjunctio vera. Sit hora quæ conjunctionis tempus immediate præcedit v. gr. ſecunda, & notentur in ſemita umbræ, ejus loca horis 1, 2, 3, 4, 5. Item iiſdem horis notentur ſitus loci in diſco, fiantque I II III IV V. Hora prima diſtantia centri umbræ à loco eſt I I, hæc ad Scalam partium æqualium applicata ſit, ejuſque magnitudo numeris exhibeatur, ab illa auferatur ſemidiameter penumbræ, eadem ſcalâ dimenſa, reſtabit diſtantia marginis penumbræ à loco. Hora ſecunda capiatur rurſus diſtantia marginis penumbræ à loco in II poſito; harum diſtantiarum differentia, cum margo penumbræ ſit in utroque ſitu loco occidentalior, erit acceſſus ſeu motus relativus horarius penumbræ ad locum. Fiat itaque, ut acceſſus horarius marginis penumbræ ad locum, ad diſtantiam marginis penumbræ à loco hora ſecunda; ita hora una ſeu 60 minuta ad tempus quartum, quod tempus additum ad horam ſecundam dat tempus, quando margo penumbræ locum attingit; ſeu tempus initii Eclipſeos oſtendet. *Calculus Initii Eclipſeos.*

A poſitione loci II ad horam ſecundam, demittatur ad ſemitam umbræ perpendicularis II a, & cum centrum umbræ ſit in 2, erit diſtantia loci ad ſemitam reducti, ab umbra 2 a. Item hora *Calculus momenti maximæ obſcurationis.*


T
B
V
IV
III
II
I
E
N
S
A

hora Tertia poſitio loci eſt III, demittatur perpendicularis in ſemitam umbræ III b, erit diſtantia centri umbræ à loco ad ſemitam reducto, 3 b; harum diſtantiarum differentia eſt acceſſus umbræ ad locum reductum, intra ſpatium unius horæ: differentia hæc, ope ſcalæ, numeris exhibeatur; Fiatque per regulam proportionis, ut acceſſus horarius umbræ (ad locum reductum) ad diſtantiam umbræ hora tertia, ita hora ſeu 60 minuta ad tempus quartum. Quod tempus horæ tertiæ additum dat tempus medii Eclipſeos ſeu maximæ obſcurationis quam proxime.

Calculus Temporis finis Eclipſeos.

Hora quarta centrum umbræ ſit in 4, & locus in pnncto IV; horum diſtantia ſcalâ menſuretur, & quoniam illa minor eſt ſemidiametro Penumbræ ſubducatur hæc diſtantia, & reſtabit diſtantia loci ab occidentali margine penumbræ, qua ſcil. margo illa loco occidentalior eſt; deinde hora quinta, umbra eſt in 5, & locus in v, earumque diſtantia 5 v major eſt ſemidiametro penumbræ; unde margo occidentalis penumbræ magis erit in orientem provecta quam locus; & ante hoc tempus, penumbra locum relicta finem fecerit Eclipſeos. A diſtantia 5 v ſubducatur ſemidiameter penumbræ, relinquetur diſtantia occidentalis marginis penumbræ à loco; cumque in priore caſu margo fuit loco occidentalior, & nunc ſit loco orientalior, harum diſtantiarum ſumma erit motus relativus umbræ reſpectu loci factus, in ſpatio unius horæ; fiat itaque, ut hæc ſumma ad diſtantiam marginis occidentalis penumbræ à loco horâ quartâ, ita una hora ad tempus quartum, hoc dabit

dabit tempus cum occidentalis margo locum attinget, eumque relinquet, seu finem Eclipseos ostendet.

Accuratior determinatio.

Accuratius omnia definientur, si loco duarum horarum ante conjunctionem, capiantur duæ semihoræ, quæ conjunctionem immediate præcedunt, & quæratur motus umbræ ad locum semihorarius, & error qui ex inæquabili motu oritur minor erit, utpote in minore tempore productus.

Motus Umbræ in semita suâ æquabilis est saltem in tempore Eclipseos pro æquabili habere potest. At motus loci in disco non est æquabilis, sed versus marginem disci contractior videtur, in medio per latiora spatia progreditur; præterea calculus supponit motum Relativum Umbræ ad locum æquabilem quoque esse, & Eclipseos medium seu maximam approximationem centri umbræ & loci, esse ubi linea jungens locum & centrum umbræ est perpendicularis ad viam Umbræ quorum neutrum præcise verum est, & exinde errorem aliquem oriri necesse est; is tamen hac ratione corrigi potest.

Erroris, qui oriri potest, correctio.

Ad tempus Initii Eclipseos, priore methodo computatum, inveniatur locus centri Umbræ; item situs loci in disco pro eodem temporis momento, & in plano disci centro umbræ describatur circulus penumbrosus, & si margo penumbræ per locum transeat, tempus computatum verum erit. Sin minus, notetur loci & marginis penumbræ distantia, & deinde ex dato umbræ & loci motu relativo pro semihora, operando rursus per regulam proportionum, dabitur verum tempus initii Eclipseos. Et simili-

ter

ter corrigetur temporis error, qui in fine Eclipſeos accidit; atque hac ratione non minus accuratè habentur tempora Eclipſium quam vulgari methodo, quæ fit per parallaxium computum: ubi etiam ſupponitur motum Lunæ viſibilem eſſe per aliquod tempus æquabilem, qui revera non minus inæquabilis eſt quam motus loci in diſco; nam ille per parallaxes continuo mutatur.

Quantitas obſcurationis maximæ.

Si tempore medii Eclipſeos, centro umbræ deſcribatur circulus, cujus diameter ſit æqualis diametro Lunæ; item deſcribatur alius circulus, cujus centrum ſit locus ſpectatoris, & diameter æqualis diametro Solari, horum circulorum interſectiones oſtendent quantitatem obſcurationis maximæ.

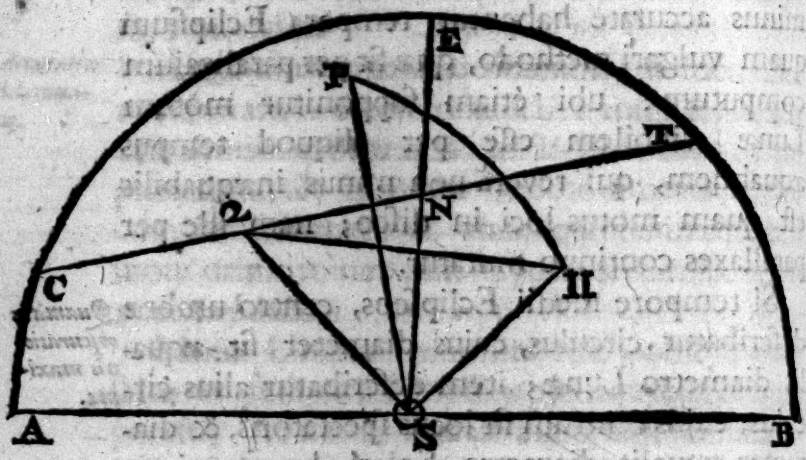
Si quibuſdam minus arrideat Mechanica hæc methodus lineas ſeu diſtantias per ſcalam partium æqualium dimetiendi, poſſunt Trigonometriam adhibere & linearum longitudines per calculum exquirere methodo ſequenti.

Methodus Trigonometrica diſtantias umbræ & loci computandi

Sit ut prius AEB ſemidiſcus, P polus Telluris, CNT via ſeu ſemita umbræ ſupra diſcum, punctum 2 ſitus umbræ pro tempore dato, & pro eodem momento ſitus loci ſit II. Sit S E Axis Eclipticæ ſemitam ſecans in N, & erit SN latitudo Lunæ tempore conjunctionis veræ; ducantur ab umbra & loco ad centrum diſci rectæ 2 S; II S & jungatur 2 II. In triangulo rectilineo 2 N S, datur NS latitudo Lunæ, & 2 N diſtantia umbræ in propria ſemita à puncto conjunctionis, item datur angulus 2 N S inclinatio Semitæ ad latitudinis circulum, quare dabitur 2 S, & angulus 2 S N. Deinde

in

in triangulo Sphærico P S II, Datur Arcus P S



complementum declinationis Solis, & P II complementum Latitudinis loci, item angulus S P II quem circulus horarius efficit cum Meridiano, unde dabitur S II arcus qui est distantia Solis à vertice, ejusque sinus æqualis est distantiæ S II, posito S E radio; item dabitur angulus P S II, cui si addatur vel dematur angulus notus P S E dabitur angulus N S II: sed datus fuit angulus 2 S N, unde dabitur totus angulus 2 S II. In triangulo denique rectilineo 2 S II dantur 2 S & II S & angulus iis comprehensus 2 S II quare per Trigonometriam planam dabitur distantia 2 II, quæ erat invenienda. Hac methodo procedendo non opus est ut situs loci & umbræ in disco inveniantur, sed erunt illi calculo solum acquirendi.

Hinc obiter patet alia methodus inveniendi situm loci in disco, pro temporis momento dato, scil. per calculum trianguli P S II investigando angulum P S II & distantiam S II.

Per

Per Eclipſes Solares, non minus quam per Lunares, inveniri poſſunt Locorum in ſuperficie Terræ longitudines; ſi obſervetur in loco, cujus longitudo quæritur, momentum temporis initii vel finis Eclipſeos. Sit illud, v. gr. ad horam quintam, & centro v, nempe ſitu loci in diſco pro momento initii vel finis Eclipſeos, & diſtantia æquali ſemidiametro penumbræ deſcribatur arcus circuli, qui ſemitam penumbræ ſecet. Sitque punctum ſectionis d, erit illud poſitio centri umbræ momento initii vel finis Eclipſeos obſervatæ: ſcala deinde menſuretur diſtantia N d, ex qua data, & ex dato motu Lunæ à Sole dabitur tempus conjunctionis veræ à Meridiano Loci computatum. Deinde, ſi in alio quovis loco obſervetur initium vel finis Eclipſeos, ſimiliter habebitur momentum conjunctionis veræ ſecundum tempus à meridiano iſtius loci computatum, & temporum iſtorum differentia in gradus æquatoris converſa oſtendet differentiam Longitudinum Locorum, quæ erat invenienda.

Locorum Longitudines Geographicæ per Eclipſes ſolares determinantur.

Vid. Fig. p. 170.

In praxi convenit ſemidiametrum diſci æqualem decem digitis ponere, ut illa in mille partes ope ſcalæ diagonalis diviſa habeatur: Eſt enim hic numerus qui radium Tabularem exprimit; & latitudo Lunæ S N omneſque lineæ quarum dimenſiones quæruntur, iiſdem partibus exprimantur. Nam ſi fiat, ut Parallaxis horizontalis Lunæ ſcrupulis exhibita ad Lunæ Latitudinem, ita 1000 ad quartum; & capiatur S N ex ſcala huic quarto æqualis, erit linea hæc latitudini Lunæ æqualis, & ſimiliter in cæteris lineis operando habentur earum quantitates.

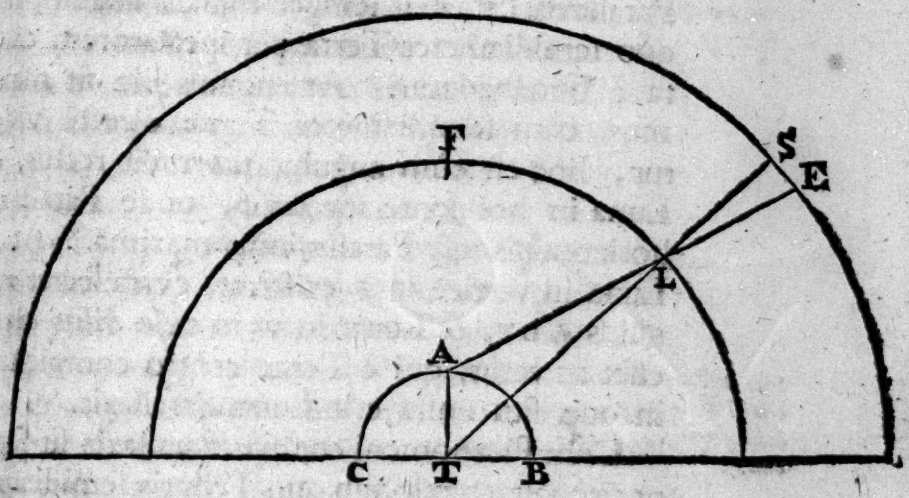
Novam itaque methodum vobis, Academici, exposui, qua Eclipsium Solarium momenta atque Phases, quatenus è dato loco spectantur, definiri possunt, per quam non opus, est ut ad longum illum & molestum Parallaxium calculum recurratis, ut habeatur locus Lunæ in cælo visus, tam quoad longitudinem, quam latitudinem, quo utuntur Astronomi plerique: methodus enim nostra illa facilior multò est, & ut opinor, non minus accurata. Nam in vulgari methodo diversæ Eclipticæ positiones, quoad horizontem nunquam non variantes, in Lunæ locis, sive secundum longitudinem sive latitudinem spectatis, inæqualitatem in ejus motu non exiguam ubique inducunt, & Parallaxes pro Luminarium minore aut majore supra horizontem Elevatione admodum mutantur, adeoque nisi earum habeatur frequens respectus, in errores incidere pronum erit.

At quia methodus Phænomena Eclipsium per Parallaxes computandi, à plerisque Astronomis adhibetur, visum est, illam etiam Vobis exponere: Vos autem in Parallaxium scientia vel per vulgares libros Astronomicos, vel per doctrinam Parallaxium à nobis posthac tradendam, satis instructos esse supponere liceat. Quibus positis, principia, quibus fundatur hic Eclipsium calculus, facillime explicari possunt.

Primo conjunctio visa, semitaque Lunæ in cælo visa sunt investigandæ: differunt enim conjunctio vera & visa, & non in eodem temporis momento accidunt; Nam locus Lunæ visus non coincidit cum vero, qui è Telluris centro conspiciendus est, quod figuræ inspectio-

Conjunctio vera & visa differunt

ne manifestum fiet. Semicirculus A B C repræsentet Hemisphærium Terræ, cujus centrum T, è quo ducatur recta T L s, in qua sit Luna in L, & Sol longius distans in s; adeoque cum So-



lis & Lunæ centra in eadem recta linea spectantur è centro Telluris, ad idem cæli punctum referri debent; eruntque in conjunctione vera. At spectator in superficie Telluris in A locatus, Solis & Lunæ centra ad diversa puncta referet; eorumque distantia erit arcus s E ad cælum productus, punctumque, quod recta T L per Telluris & Lunæ centra transiens, in cælo offendit, dicitur locus Lunæ verus. At punctum, cui recta per spectatoris oculum & Lunæ centrum ducta in cælo occurrit, dicitur locus Lunæ visus. Sint puncta illa s, E, Arcus s E, distantia inter locum verum & visum Parallaxis Lunæ vocatur, & cum puncta L & T respectu distantiæ cæli coincidunt, idem erit arcus s E,

ſive ejus centrum concipiatur eſſe in L, ſive in T, adeoque arcus S E erit menſura anguli S L E, vel huic æqualis A L T; ſed angulus A L T eſt ille, ſub quo ſemidiameter Terræ A T per ſpectatoris locum ducta è Lunâ vidétur; adeoque Parallaxis Lunæ eſt ſemper æqualis angulo, ſub quò ſemidiameter Terræ per ſpectatorem ducta è Lunâ videtur. At angulus ille fit maximus, cùm ſemidiameter Terræ directè videtur, hoc eſt cùm angulus L A T eſt rectus, & Luna in horizonte ſpectatur, unde Parallaxis horizontalis eſt Parallaxium maxima. At ſi Luna in vertice in F exiſteret, evaneſceret angulus A L T, & Lunæ locus in cælo viſus idem eſſet ac verus, qui è Terræ centro conſpicitur, in quo ſitu nulla erit Lunæ Parallaxis.

Solis nulla erit Parallaxis ſenſibilis.

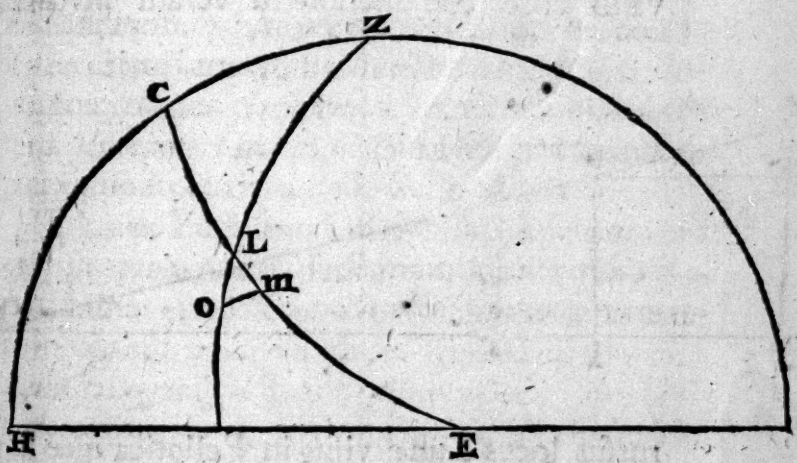
Cùm Phænomeni cujuſvis Parallaxis ſit ſemper æqualis angulo, ſub quo Telluris ſemidiameter per ſpectatoris locum ducta, è Phænomeno videtur, Solis nulla erit Parallaxis ſenſibilis. Nam uti ſæpiùs dictum eſt, Terra ut punctum & ſub nullo ſenſibili angulo è Sole videtur. Lunæ autem Parallaxis cum illâ in horizonte & nobis proxima videtur, gradum unum aliquot minutis ſuperat.

Hinc ſequitur Parallaxes ſemper reddere locum Lunæ depreſſiorem, & magis à vertice diſtantem, quàm revera eſſet, ſi è centro Terræ ſpectaretur hic Planeta; & hæc depreſſio mutationem loci Lunæ ſecundùm Eclipticam quoque inducet, facietque ut ejus Longitudo & Latitudo viſæ à veris differant.

Sit enim in Figura circulus H C Z. meridianus, ceu circulus per Spectatoris verticem & Polum

lum traductus, Z vertex, HED horizon loci, CE Ecliptica, in qua sit verus locus Lunæ sine latitudine L; sit Z T circulus verticalis per Lunam transiens, cumque Parallaxis semper deprimit Lunam in verticali, locus Lunæ visus magis à vertice distabit, quam verus; sit locus visus O, erit L O Parallaxis altitudinis. Per locum visum O traduci concipiatur circulus ad Eclipticam Perpendicularis O m Eclipticæ occurrens

Parallaxis Longitudinis.



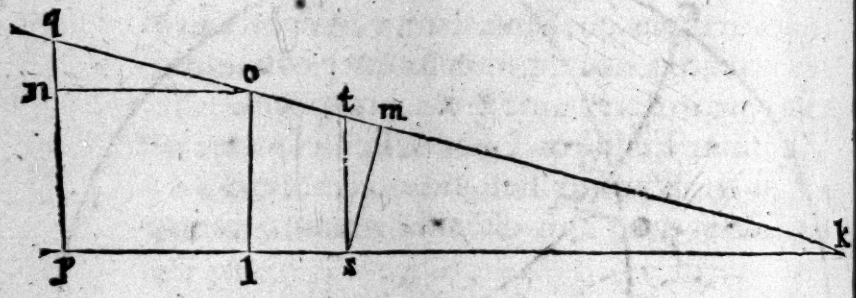
in m, erit punctum illud locus Lunæ visus ad Eclipticam reductus, & L m erit Parallaxis longitudinis, seu distantia inter locum Lunæ verum & locum visum ad Eclipticam reductum, arcusque O M seu distantia Lunæ ab Ecliptica in hoc casu erit Parallaxis Latitudinis.

Parallaxis Latitudinis.

Ut Phases itaque Eclipsium è dato loco spectabiles per Parallaxes definiantur, necesse erit, ut cognoscantur Lunæ Solisque loci veri, qui per tabulas Astronomicas pro dato quolibet temporis momento habentur, præterea cognoscendus est locus Lunæ in cælo visus, qui

ex loco vero per Parallaxium calculum inſtitu-
tum, tam quoad Longitudinem quàm Latitudi-
nem, definiendus eſt, quibus cognitis, ſic inve-
niuntur Tempora & Phaſes.

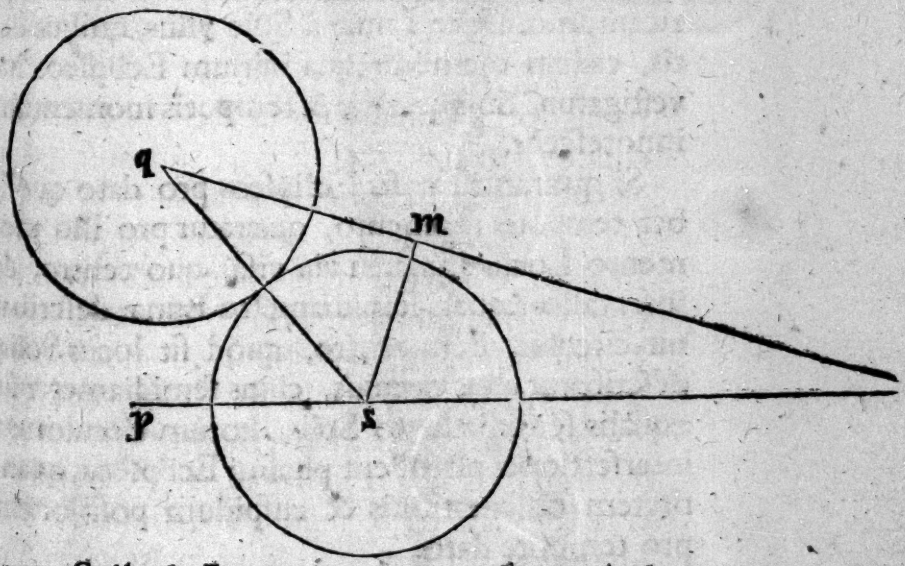
Sit p k portio Eclipticæ, s locus Solis tem-
pore conjunctionis veræ, l locus Lunæ viſus ad
Eclipticam reductus pro eodem temporis mo-
mento; l o Latitudo Lunæ viſa, l s Longitudo
Lunæ à Sole viſa. Exiguo ſatis temporis inter-
vallo ante conjunctionem veram inveniatur



rurſus locus Lunæ viſus in Ecliptica quæ ſit p
ejuſque Latitudo viſa ſit p q; ducatur q o quæ
producta cum Eclipticâ conveniat in k, erit q k
via viſa Lunæ à Sole tempore conjunctionis
In triangulo q o n rectangulo datur o n diffe-
rentia Longitudinum à Sole, & q n differentia
Latitudinum, unde dabitur angulus q o n ſeu
q k p inclinatio viæ viſæ ad Eclipticam, & la-
tus q o, ex quo etiam inveniuntur o t, t k & s k.
Nam p l eſt ad q o ut l s ad o t, & in triangulo
o l k ex datis o l & angulo k dabuntur o k l k
unde dabuntur l k s k & s t. At cùm Lunæ
centrum in t videtur, fit tempus conjunctionis
viſæ, adeoque ſi fiat ut q o ad o t ſeu ut p l ad
l s ita

ls ita tempus quo Luna percurrit lineam q o ad aliud, dabitur tempus inter conjunctionem veram & visam. Ex s in viam Lunæ visam demittatur perpendicularis s m. In triangulo rectangulo s k m datur s k & angulus k, unde dabitur s m, quæ est minima visibilis centrorum Solis & Lunæ distantia. Si hæc distantia sit major summa semidiametrorum Solis & Lunæ, nulla videbitur Eclipsis; sin minor, differentia ad digitos reducta ostendet Eclipseos quantitatem. Ex datis s m & angulo exinde t s m æquali angulo k, dabitur t m, & inde invenitur tempus, quo Luna semitæ visæ portionem t m percurret hoc est tempus inter conjunctionem visam & maximam obscurationem.

Initium Eclipseos visibilis sic definitur; sit p k ut prius portio Eclipticæ, centrum Solis s, via Lunæ q k, s m distantia minima centro-



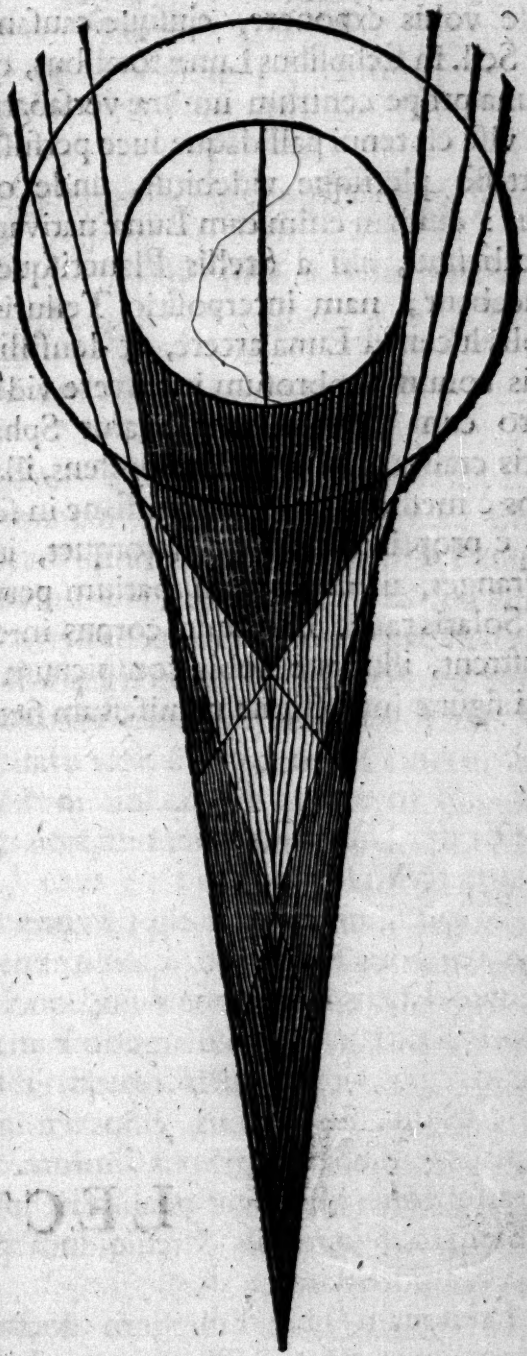
rum Solis & Lunæ; ducatur a Sole ad viam Lunæ recta s q quæ sit æqualis summæ semidiametrorum Solis & Lunæ. Et cum centrum

Lunæ in q cernitur, incipiet marginem Solis attingere, fietque Eclipſeos initium. in triangulo rectangulo q s m ex datis q s s m, dabitur angulus q s m ſcil. angulus incidentiæ; item q m, adeoque dabitur tempus quo Luna in via viſa percurrit ſpatium q m, quod à tempore obſcurationis maximæ ſubductum dat tempus initii Eclipſeos.

Similiter invenitur tempus finis Eclipſeos, ſed ut illud habeatur invenienda eſt rurſus via Lunæ à Sole viſa poſt conjunctionem, quæ à priore differet: Nam reverà inclinatio viæ viſæ ad Eclipticam continuò mutatur, ob continuas Parallaxium mutationes. Quæratur itaque intra horam vel exiguum ſatis temporis intervallum poſt conjunctionem Longitudo Lunæ à Sole viſa, ejuſque Latitudo viſa, & exinde inveniatur inclinatio viæ viſæ ad Eclipticam, motuſque Lunæ à Sole viſus, quibus datis, eadem methodo qua initium Eclipſeos inveſtigatur, finis quoque & temporis momentum innoteſcent.

Si quæratur Phaſis Eclipſeos pro dato quolibet temporis momento, quæratur pro illo momento Locus Lunæ in via viſa, quo centro, & intervallo æquali ſemidiametro Lunæ deſcribatur circulus, item centro, quod ſit locus Solis, deſcribatur alius circulus, cujus ſemidiameter ſit æqualis ſemidiametro Solis, horum circulorum interſectiones oſtendent phaſim Eclipſeos, quantitatem obſcurationis & cuſpidum poſitionem pro tempore dato.

Priuſquam huic Eclipſium doctrinæ finem imponamus, liceat Phænomenon ſatis nota-



bile vobis exponere, ejuſque cauſam reddere.

Scil. in Eclipſibus Lunæ totalibus, etiam dum Luna prope centrum umbræ verſabatur, ſæpius ea viſa eſt tenui pallidâque luce perfuſa: mirum fortaſſe pleriſque videbitur, unde oritur hæc Lux: quidam enim eam Lunæ nativam eſſe ſuſpicabantur, alii à Stellis Planetiſque eam deducebant, nam interpoſitio Telluris omnem Solis lucem à Luna arcere, & denſiſſimis tenebris conum umbroſum involvere videretur. At vero cum Terram amplectatur Sphæra Aeris ſatis craſſa, & vi refractiva pollens, illa Solis radios è medio ratiore obliquiſſime in ſe incidentes è propria directione detorquet, itaque illos refranget, ut umbroſum ſpatium pervadant lucis Solaris radii, Lunæque corpus interpoſitum illuſtrent, illudque nobis conſpicuum reddant. Uti figuræ inſpectione manifeſtum fiet.

LECTIO

LECTIO XV.

De Phænomenis ex motubus Telluris & duorum Planetarum Inferiorum Veneris & Mercurii ortis.

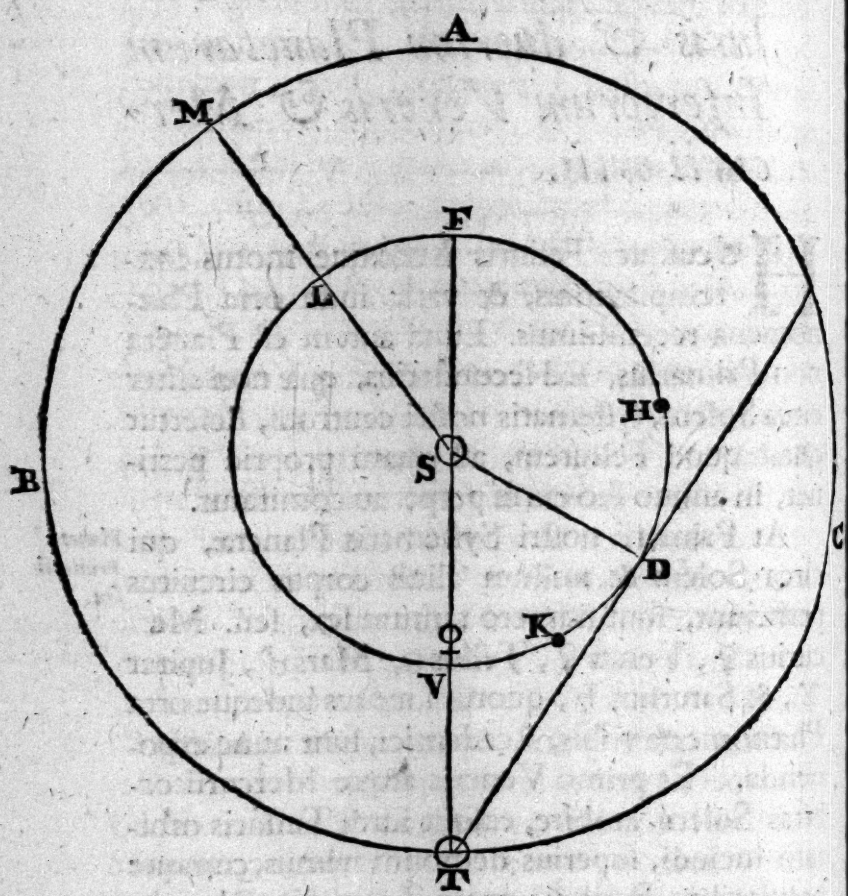
HUcusque Telluris Lunæque motus contemplavimus, & varia inde orta Phænomena recensuimus. Luna autem est Planeta non Primarius, sed secundarius, quæ non aliter circa Solem, systematis nostri centrum, defertur quam quod Tellurem, ad quam proprie pertinet, in annuo suo cursu perpetuo comitatur.

At Primarii nostri Systematis Planetæ, qui circa Solem & nullum aliud corpus circuitus perficiunt, sunt numero tantum sex, scil. Mercurius ☿, Venus ♀, Tellus ⊕, Mars ♂, Jupiter ♃, & Saturnus ♄, quorum motus indeque orta Phænomena vobis, Academici, sunt nunc exponenda. Et primo Veneris atque Mercurii orbitas Solem ambire, easque intra Telluris orbitam includi, superius demonstravimus, cumque brevioribus Periodis quam Terra circuitus absolvunt, manifestum est hos Planetas è Sole conspectos, nunc magis nunc minus in cælo à Tellure distare videri, & nunc in oppositis sitis cæli punctis spectari, nunc in eodem cum Tellure puncto conjungi, & cum circa Solem celerius ferantur, eos post conjunctionem à Tellure

Planetæ Primarii sex.

lure decedere, eamque segnius incedentem post se relinquere aspiciet spectator in Sole constitutus.

Hinc etiam Patet hos Planetas è Tellure visos nunc magis, nunc minus à Sole elongari



& aliquando quoque cum Sole conjungi videri: Verum conjunctiones illæ non tantum fiunt cum Tellus è Sole cum Planeta conjungitur, sed etiam cum eidem opponi videtur. Sit enim s Sol, A B C orbita Telluris, F H v orbita Veneris, sitque Terra in T, & Venus in v, in recta

scil.

ſcil. quæ Solis & Telluris centra conjungit, in quo ſitu Venus è Sole viſa in conjunctione cum Terra videtur, ſicut Sol è Tellure viſus Veneri conjungitur.

At ſi Terra foret in T, cum Venus ſit in F, illa è Sole videretur Veneri opponi; & in contrariis cæli plagis conſpicerentur hi Planetæ. Verum Spectatore ad Terram tranſlato, Venus Soli non opponi, ſed eidem conjungi ſpectabitur. In primo conjunctionum caſu, Venus inter Solem & Terram interponitur; in poſteriore, Sol inter Terram & Venerem medius locatur. Prior dicitur conjunctio Inferior, Poſterior conjunctio Superior. *Duo conjunctionum caſus.*

Poſt utraſque has conjunctiones, Venus à Sole recedere, & indies magis elongari videtur, nunquam tamen Soli oppoſita cernitur; ſed & nunquam aſpectum quadratum, aut ſextilem attinget, & omnium maxime à Sole elongatur circa locum illum, ubi linea, Telluris & Veneris centra connectens, Veneris orbitam tanget, ut circa D. Nam cum Venus ulterius ad H promovetur, ejus locus in cælo à Solis loco minus diſtare videbitur quam prius, & antequam ad locum illum pervenerit, ſemper à Sole magis recedebat; at loco illo relicto, ad Solem continuo magis accedat: neceſſe eſt, ut inter receſſum & acceſſum quaſi ſtationaria reſpectu Solis videatur, & proinde ejus motus apparens erit motui apparenti Solis æqualis. Arcus circuli maximi inter centra Solis & Veneris interceptus dicitur *Elongatio hujus Palenté à Sole.* *Elongatio Planetæ à Sole.*

Obſervandum tamen eſt, Elongatio Planetæ à Sole, ubi recta à Planeta ad Terram ducta, Planetæ *Elongatio non ſemper eſt maxima quando Planeta in tangente videtur.*

netæ orbitam tangit, fit tantum maxima in orbe circulari in cujus centro eſt Sol. Nam in orbitâ Elliptico fieri poteſt, ut poſt deceſſum Planetæ à puncto contactus, ejus diſtantia à Sole creſcat; at non pariter creſcant diſtantiæ Solis & Planetæ à Terra, ſed potius decreſcant, adeoque in duobus triangulis major baſis majorem angulum ſubtendet. Sed cum Planetarum orbitæ ad circularem formam quam proxime accedunt, hæ minutiæ negligi poſſint.

Maxima Veneris Elongatio, ſeu angulus S T D, obſervatione deprehenditur eſſe 48 circiter graduum. Et exinde in orbita circulari datur diſtantia Veneris à Sole reſpectu Telluris diſtantiæ ab eodem. Eſt enim S T ad S D ut Radius ad ſinum anguli S T D ſeu Elongationis maximæ.

Hinc etiam manifeſtum eſt, Venerem, dum illa à conjunctione cum Sole in ſuperiore orbitæ ſuæ parte, ſeu à Terra remotiſſima, ad conjunctionem cum Sole in inferiore orbitæ parte ſeu Terræ proxima tendit, ſemper videri Sole orientaliorem, adeoque toto illo tempore Sole poſterior occidit Venus, ſeu poſt Solis occaſum, Veſperuſque dicitur, noctis & tenebrarum prænuncia; at dum ab inferiore conjunctione ad ſuperiorem tendit, Sole occidentalior ſpectatur, & ante Solis occaſum occidit, ante ejus ortum oritur, adeoque mane tantum conſpicietur, & tunc Phoſphorus dicitur, lucis exortum ſecum afferens.

Ponamus Venerem atque Tellurem è Sole ſpectatas in v & T conjungi, hoc eſt in eodem Eclipticæ puncto videri. In quo caſu Venus & Sol è Terra in conjunctione ſpectantur. Venus deinde celerius mota poſtquam ad v rurſus pervenerit,

venerit, & integrum circulum ſeu quatuor rectos motu angulari ad Solem perfecerit, Terram interea ulterius progreſſam nondum aſſequetur; ideoque opus erit, ut ulterius in orbita ſua deferatur Venus, quo è Sole rurſus in eadem recta cum Terra videatur, ſit recta illa S L M ſcil. cum Venus ſit in L, Tellus ſit in M, & neceſſe erit, ut Venus priuſquam Terram aſſequatur, integrum circuitum, ſeu quatuor rectos circa Solem, abſolvat, & inſuper motum angularem æqualem motui angulari Telluris interea facto. Motus autem angulares Telluris & Veneris circa Solem eodem tempore facti, ſunt reciproce ut eorum tempora periodica; Erit itaque, ut tempus Periodicum Telluris ad tempus periodicum Veneris, ita motus angularis Veneris qui æqualis eſt quatuor rectis una cum motu angulari Telluris facto inter tempus unius conjunctionis & proximæ ad motum illum Telluris angularem: adeoque per diviſionem Rationis, ut differentia temporum periodicorum Telluris & Veneris ad tempus Periodicum Veneris, ita quatuor recti ad quartum, qui dabit motum angularem Telluris inter duas proximas conjunctiones inferiores factum. Tempus autem Periodicum Telluris eſt dierum 365 horarum 6 ſeu horarum 8766. Et Veneris tempus Periodicum eſt dierum 224 horarum 16 ſeu horarum 5392, quarum differentia æqualis eſt 3374 horis. Fiat itaque ut 3374 ad 5392, ita quatuor recti ſeu 360 gradus ad gradus 575 qui motus æqualis eſt integræ circulationi & dimidio, & inſuper 35 gradibus, & perficitur hic motus in uno anno & diebus 218. Adeoque ſi Venus hodie in inferiori orbitæ parti cum Sole con-

Determinatur tempus inter duas ejuſdem generis conjunctiones.

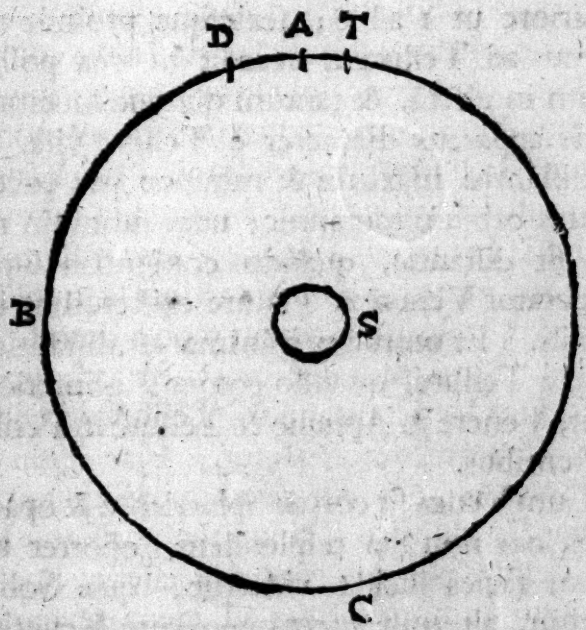
conjungatur, non niſi poſt Annum, ſeptem menſes & duodecim dies, iterum Soli juncta conſpicietur, & ſi una conjunctio in initio Arietis accidat, ſequens circa ſeptimum Scorpionis gradum celebrabitur. Idem quoque intercedit tempus inter duos quoſlibet Veneris ſitus reſpectu Solis ſimiles, verbi gratia, inter duas conjunctiones ſuperiores, vel inter duas proximas Veneris poſitiones, ubi illa datam ad eandem plagam à Sole obtinet elongationem.

Alia methodus ſolvendi Problema.

Hoc problema, ſimileque de Lunæ conjunctionibus cum Sole mediis, aliter ſolvunt plerique Aſtronomi. Quærunt enim motum diurnum Telluris è Sole viſum; item Veneris quoque motum diurnum, horumque motuum differentia erit motus Veneris à Terra, diurnus; v. gr. cum motus Telluris medius ſit quolibet die 59′ & 8″, Veneris autem motus diurnus ſit, 1 gr, 36. 8″ quorum differentia eſt 37′; per illud ſpatium Venus quotidie à Tellure recedere, vel ad illud accedere videtur. Fiat igitur ut 37′ ad gradus 360, ſeu ad 21600 minuta prima, ita dies unus ad ſpatium temporis quo Venus à Tellure per 360 gradus receſſerit, hoc eſt ad ſpatium temporis, quō ad idem reverterit, ſeu ad tempus inter duas conjunctiones proximas elapſum, quod invenitur eſſe dierum 583.

Verum hæ conjunctiones ſecundum motus medios ſeu æquales tantum computatæ ſunt, ideoque conjunctiones Mediæ dicuntur. At quoniam Venus & Tellus in orbitis Ellipticis circa Solem ferantur, motuſque earum inæquabiles ſunt; fieri poteſt, ut conjunctiones veræ ſerius aut citius per aliquot dies accidant, quam per præcedentem computum

computum fieri debent. Data autem conjunctione mediâ, conjunctio vera sic exquiretur. Sit ABC Ecliptica, in qua punctum A sit locus conjunctionis mediæ, ad cujus tempus, computetur per methodos Astronomis notissimas, verus locus Veneris ad Eclipticam reductus, qui sit D. Item verus locus Telluris sit T, & inde dabitur locorum Telluris & Veneris distantia D T, datur



quoque utriusque Planetæ motus angularis pro dato quolibet tempore, v. gr. pro sex horis; quorum motuum differentia dabit accessum vel recessum Veneris à Tellure, spatio sex horarum. Fiat itaque, ut differentia illa motuum ad arcum D T, ita sex horæ ad tempus inter conjunctionem mediam & veram, quod tempus demptum aut additum (prout Venus est orientalior aut occidentalior Tellure) tempori conjunctionis mediæ, dat tempus conjunctionis Veræ. Ex

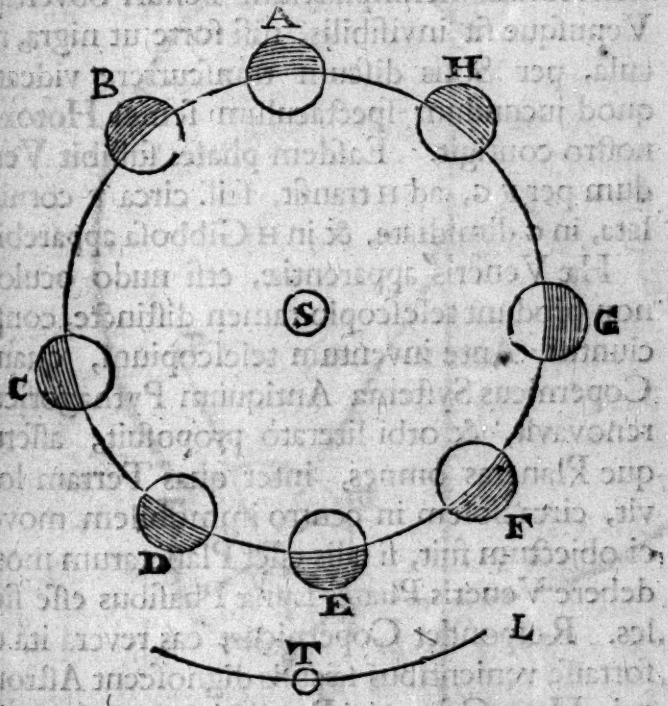
Distantia Veneris à Terra semper mutabilis.

Ex figura manifestum est Veneris à Tellure distantiam esse continuo mutabilem, maximam autem esse cum Venus est in conjunctione cum Sole superiore, & minimam esse cum est in conjunctione inferiore; & differentia quidem tanta est, ut illa æqualis sit integræ diametro orbitæ Veneris. Estque distantia Veneris è Tellure in conjunctione cum Sole superiore, ad ejusdem distantiam in conjunctione inferiore ut 1 ad 6; sexiesque proinde magis Venus ad Tellurem accedit in una positione quam in alterâ, & tantum quoque mutatur Veneris apparens diameter è Tellure visa. Sed & distantiæ maximæ & minimæ per excentricitates orbium mutantur; nam omnium maxima fit distantia, quando conjunctio superior celebratur Venere & Tellure existentibus in Apheliis. Et omnium minima est distantia Veneris à Tellure, quando conjunctio inferior accidit, Venere in Aphelio & Tellure in Perihelio existentibus.

Cum Vénus sit corpus Sphæricum & opacum, Solis luce non sua resplendens, oportet ut ea solum facies lucida videatur, quæ Soli obvertitur, alterum autem oppositum Veneris hemisphærium luce orbetur, & invisibilis maneat; quapropter si talis sit Telluris situs, ut tenebrosum illud hemisphærium ei obvertatur, Venus Terricolis inconspicua fiet, nisi forte in Solis disco nigræ instar maculæ videatur. Si vero tota illustrata facies Terræ obvertatur, Venus pleno orbe fulgens videbitur. Et pro vario Telluris respectu, Veneris, & Solis situ, varia erit forma atque figura, sub qua Venus conspicietur

spicietur, phasesque subibit, Lunæ Phasibus per omnia similes.

Sit ABCDEEG orbita Veneris; TL Telluris orbitæ portio, sitque Terra in T, & Venus in A in conjunctione scil. superiore cum Sole. Patet in hoc Planetarum situ, faciem Veneris illuminatam totam Terræ obverti, atque proinde *Phases Veneris.*



Venus instar Lunæ plenæ, ut circulus lucidus apparebit. Cum Venus ad situm respectu Solis & Telluris, qualis est B, pervenerit; pars aliqua obscuri hemisphærii eidem obvertitur, & proinde Veneris facies à Tellure visibilis, à circulo deficiet, & gibbosa apparebit; ad C perventa Venere, hemispherii illustrati dimidium è Tellure videtur, Venusque dimidiata apparet ad instar Lunæ in prima vel ultima Quadratura.

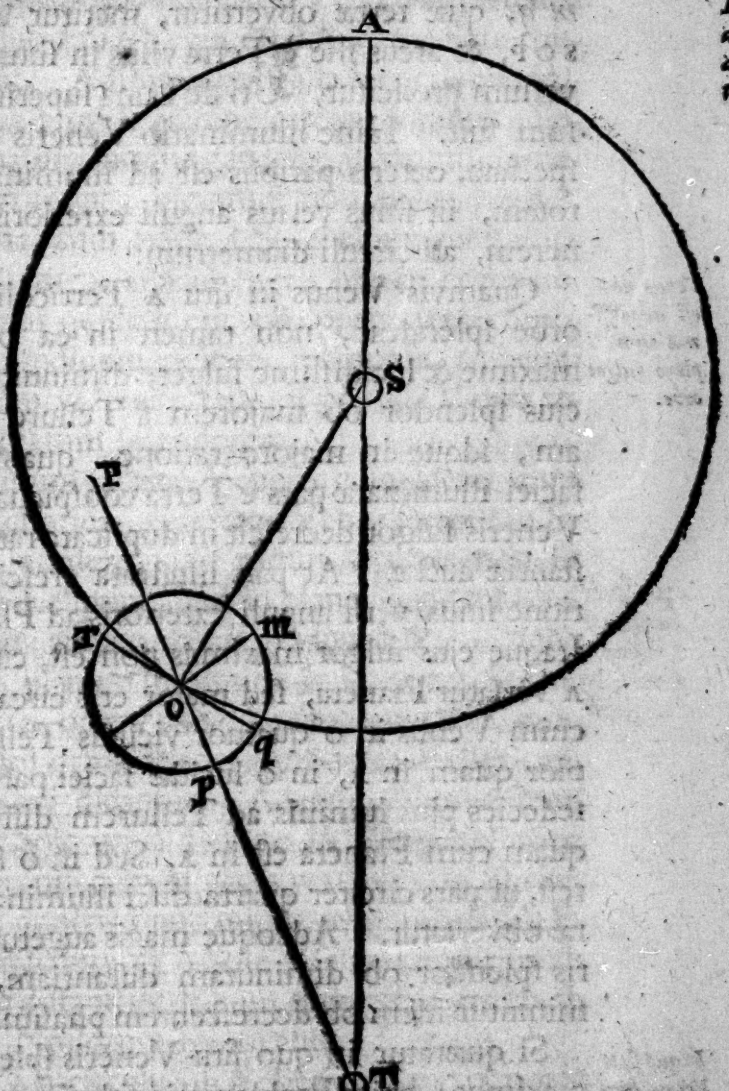
Venere in D existente; parva tantum illuminatæ superficiei pars Terræ obvertitur, cumque figura Veneris sit sphærica, quæ ob magnam à Terra distantiam, ut plana videtur, pars illuminata in cornua à Sole aversa, protendi videtur. Venus cum è Terra in E videtur, in conjunctione scil. inferiore cum Sole, totum ejus tenebrosum hemisphærium Telluri obvertitur, Venusque fit invisibilis, nisi forte ut nigra, macula, per Solis discum transcurrere videatur, quod jucundum spectaculum semel Horoxcio nostro contigit. Easdem phases subibit Venus dum per F G, ad H transit, scil. circa F corniculata, in G dimidiata, & in H Gibbosa apparebit.

Copernici vaticinium. Hæ Veneris apparentiæ, etsi nudo oculo se non produnt telescopio tamen distincte, conspiciuntur. Ante inventum telescopium, quando Copernicus Systema Antiquum Pythagoricum renovavit, & orbi literato proposuit, asseruitque Planetas omnes, inter quas Terram locavit, circa Solem in centro immobilem moveri, ei objectum fuit, si talis esset Planetarum motus, debere Veneris Phases Lunæ Phasibus esse similes. Respondet Copernicus, eas reverà ita esse fortasse venientibus sæculis dignoscent Astronomi. Hanc Copernici Prædictionem primus implevit magnus Galilæus Philosophus Linceus, qui telescopium ad Venerem dirigens, eam Phasibus suis Lunam æmulari deprehendit; quod Systema Pythagoricum mirifice confirmavit.

Si centra Solis, Terræ & Planetæ, rectis jungantur, quæ faciunt triangulum T S O; & per centrum Planetæ erigantur plana ad rectas T O S O normalia, quorum illud abscindet Planetæ Hemis-

Hemisphærium Terræ obversum, hoc Hemisphærium à Sole illustratum; erit Trianguli TSO exterior angulus ad Planetam SOP æqualis angulo *moq*, quem metitur illuminati semicirculi

Phasium accurata determinatio.



pars mq, quæ Terræ obvertitur. Est enim angulus *sor* æqualis angulo *pom*, nam uterque rectus

est, & angulus *r o* P æqualis angulo *p o q*, sunt enim ad verticem; quare ablatis æqualibus erit angulus S O P æqualis angulo *m o q*, quem arcus *m q* metitur. Semicirculi itaque illustrati pars *m q*, quæ terræ obvertitur, metitur angulum S O P, & arcus ille è Terra visus in suum sinum versum projicitur, Uti de Luna superius ostensum fuit. Hinc illuminatio Veneris è Terra spectata, cæteris paribus est ad illuminationem totam, ut sinus versus anguli exterioris ad Venerem, ad circuli diametrum.

Venus non est lucidissima cum pleno fulget orbe.

Quamvis Venus in situ A Terricolis pleno orbe splendeat, non tamen in ea positione maxime & lucidissime fulget; diminuitur enim ejus splendor ob majorem à Tellure distantiam, idque in majore ratione, quam crescit faciei illuminatæ pars è Terra conspicua. Nam Veneris fulgor decrescit in duplicata ratione distantiæ auctæ. At pars illustrata crescit in ratione sinus versi anguli exterioris ad Planetam. Itaque ejus fulgor maximus non est, cum circa A versatur Planeta, sed major erit circa O. Sit enim Venus in O quatuor vicibus Telluri propior quam in A, in O lucidæ faciei partes datæ sedecies plus luminis ad Tellurem diffundent, quam cum Planeta est in A. Sed in O fieri potest, ut pars circiter quarta disci illuminati Terræ obvertatur. Adeoque magis augetur Veneris splendor ob diminutam distantiam, quam minuitur idem ob decrescentem phasim.

In quo situ Venus maxime lucida est.

Si quæratur in quo situ Veneris splendor fit maximus; hujus Problematis solutionem dedit concinnam summus Geometra & Astronomus Edmundus Halley Collega meus, in Actis Philo-

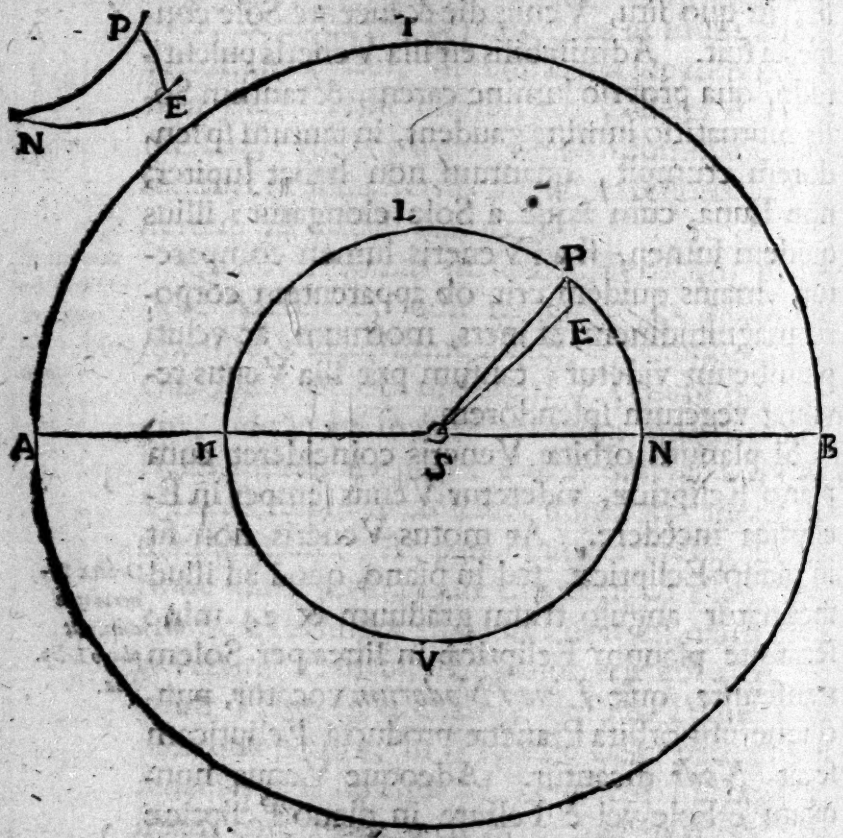
sophicis Londinensibus N° 349, ubi ostendit Venerem omnium maxime fulgere, cum Elongatur à Sole 40 circiter gradibus, ubi tantum pars quarta disci luminosi è Terra conspicienda sit; in quo situ, Venus die & lucente Sole conspecta fuit. Admirabilis est illa Veneris pulchritudo, qua proprio lumine carens, & tantum Solis mutuatitio lumine gaudens, in tantum splendorem erumpit, quantum non habet Jupiter, non Luna, cum æquè à Sole elongatur: illius quidem lumen, si ad Veneris lumen comparetur, majus quidem erit ob apparentem corporis magnitudinem, at iners, mortuum, ac veluti plumbeum videtur; tantum præ illa Venus revibrat vegetum splendorem.

Si planum orbitæ Veneris coincideret cum plano Eclipticæ, videretur Venus semper in Ecliptica incedere. At motus Veneris non fit in plano Eclipticæ, sed in plano, quod ad illud inclinatur angulo trium graduum & 24 min: secatque planum Eclipticæ in linea per Solem transeunte, quæ *Linea Nodorum* vocatur, punctaque ubi orbita Planetæ producta Eclipticam secat *Nodi* dicantur. Adeoque Venus nunquam è Sole vel è Tellure in plano Eclipticæ videbitur, nisi cum in nodis versatur; in aliis orbitæ suæ punctis nunc minus, nunc magis, ab Ecliptica distabit: & è Sole visa maxima ejus ab Ecliptica distantia erit, cum nonaginta gradus ab utroque Nodorum removetur.

Orbita Veneris non coincidit plano Eclip. ticæ.

Sit T A B circulus in Eclipticæ plano, L n v N orbita Veneris, quæ planum Eclipticæ secet in lineâ N n; concipiendum est orbitæ dimidium N L n supra planum Eclipticæ attolli, altera au-

tem medietas N V n infra Eclipticam deprimi; cum Venus est in orbitæ suæ puncto N, erit in plano Eclipticæ, ad P autem progressa, ab Ecliptica deflectere videtur, longius autem ad L pro-



vecta planeta, ita ut N L sit circuli quadrans, maxime ab Ecliptica recedere videbitur, punctumque L vocatur *Limes*; Nam post digressum ab L rursus ad Eclipticam accedit Planeta. Si à Venere in P ad planum Eclipticæ demittatur normalis linea P E; & ducatur S E, angulus P S E metietur distantiam Veneris ab Ecliptica, & vocatur *Latitudo* Veneris *Heliocentrica*, qualis è Sole videtur. Hæc autem Latitudo ex dato Pla-

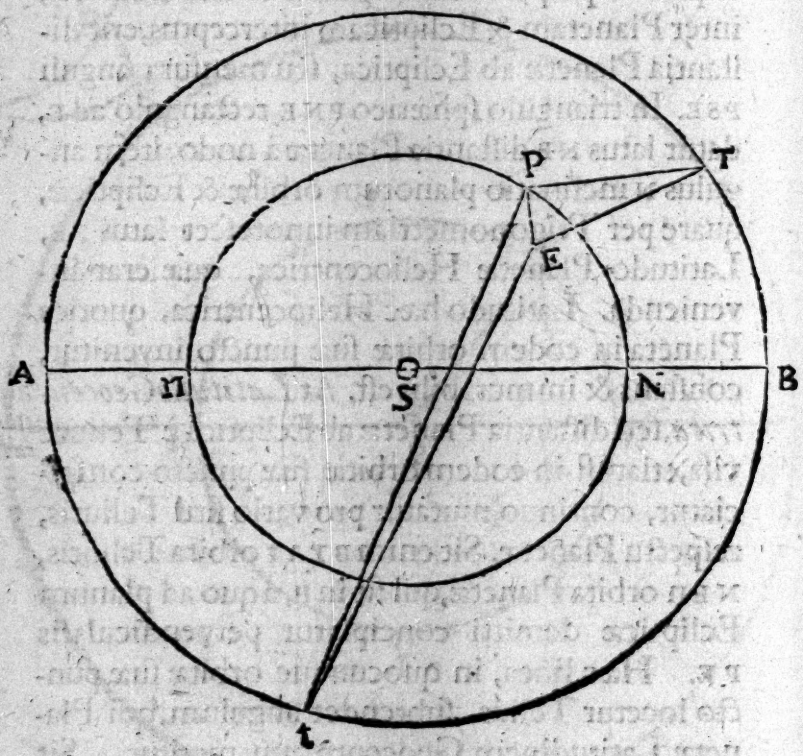
Latitudo Heliocentrica.

netæ

netæ loco in ſua orbita, hac ratione exquiritur. Sit arcus N E portio Eclipticæ, N P portio orbitæ Planetæ ad cælum productæ, P locus ejus, N nodus; per locum Planetæ tranſeat circulus ad Eclipticam perpendicularis, hujus circuli arcus P E, inter Planetam & Eclipticam interceptus, erit diſtantia Planetæ ab Ecliptica, ſeu menſura anguli P S E. In triangulo ſphærico P N E, rectangulo ad E, datur latus N P diſtantia Planetæ à nodo, item angulus N inclinatio planorum orbitæ & Eclipticæ, quare per Trigonometriam innoteſcet latus P E, Latitudo Planetæ Heliocentrica, quæ erat invenienda. Latitudo hæc Heliocentrica, quoties Planeta in eodem orbitæ ſuæ puncto invenitur, conſtans & immutabilis eſt. At *Latitudo Geocentrica*, ſeu diſtantia Planetæ ab Ecliptica è Telſure viſa, etiamſi in eodem orbitæ ſuæ puncto conſpiciatur, continuo mutatur pro vario ſitu Telluris, reſpectu Planetæ. Sit enim B T A t orbita Telluris, N P n orbita Planetæ, qui ſit in P, à quo ad planum Eclipticæ demitti concipiatur perpendicularis P E. Hæc linea, in quocunque orbitæ ſuæ puncto locetur Tellus, ſubtendet angulum, qui Planetæ Latitudinem Geocentricam metitur. Sit itaque Tellus in T, & Venus in P Telluri proxima, in quo ſitu Venus videtur in conjunctione cum Sole inferiore, ejus Latitudo Geocentrica per angulum P T E menſurabitur. At Venere in eodem loco P exiſtente, ſi Tellus punctum t ocuparet, & Venerem videat in conjunctione ſuperiore, ubi Longiſſime ab illa diſtat, Latitudo Geocentrica erit ſecundum angulum P t E menſuranda, qui angulo P T E multo minor eſt, ob diſtantiam P t diſtantia P T multo majorem. Hæc ea-

Latitudo Geocentrica.

dem de Mercurii Latitudine ſunt intelligenda. Unde patet, quod Planetarum Inferiorum, cæteris paribus, Latitudo viſa major eſt, cum hi Telluri ſunt proximi, minor cum ſunt remotiſſimi. Et



quidem fieri poteſt, ut Veneris Latitudo Geocentrica major ſit Heliocentrica, cum ſcil. intra Solem & Terram locatur, ubi Telluri quam Soli propior eſt. At Mercurius cum ſemper longius à Tellure quam à Sole diſtet; ſemper minor erit ejus Latitudo Geocentrica quam eſt Heliocentrica, quæ cum maxima, eſt ſeptem fere gradibus æquatur; tanta enim eſt inclinatio ejus orbitæ ad planum Eclipticæ.

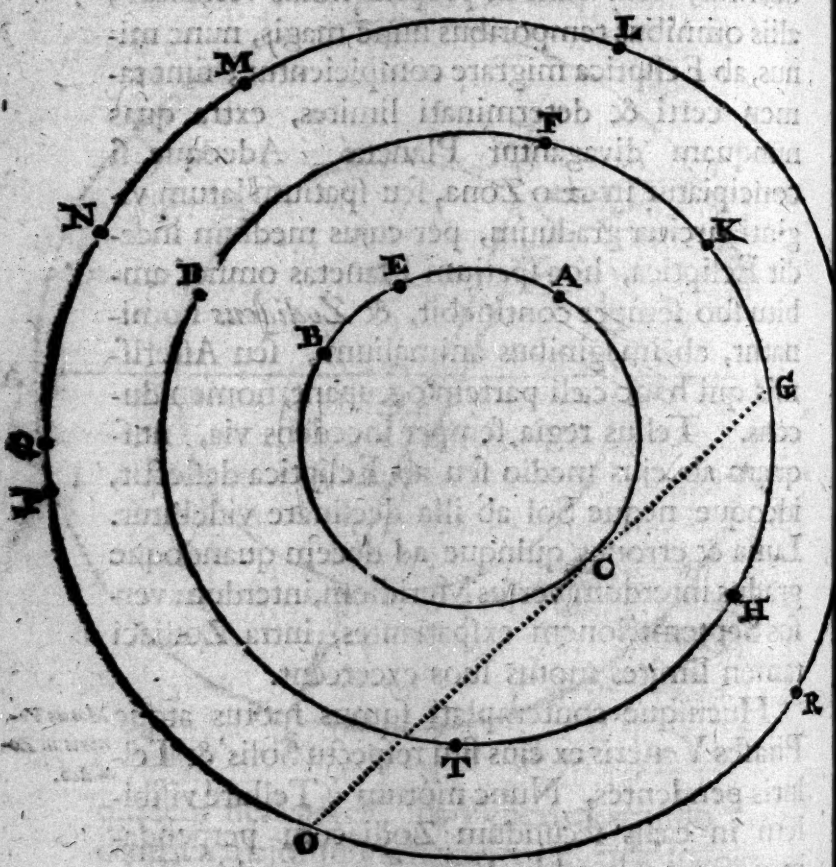
Cum

Cum nullius Planetæ orbita jaceat in Ecliptica, ſed quælibet eam ſecat in recta, quæ per Solem tranſit, neceſſe eſt ut Planetæ omnes bis tantum in qualibet periodo, in Ecliptica videantur, ſcil. cum in propriis nodis verſantur; aliis omnibus temporibus nunc magis, nunc minus, ab Ecliptica migrare conſpicientur; ſunt tamen certi & determinati limites, extra quas nunquam divagantur Planetæ. Adeoque ſi concipiatur in cælo Zona, ſeu ſpatium latum viginti circiter graduum, per cujus medium incedit Ecliptica, hoc ſpatium Planetas omnes ambitu ſuo ſemper continebit, & *Zodiacus* nominatur, ab imaginibus animalium, ſeu Aſteriſmis qui hanc cæli partem occupant, nomen ducens. Tellus regia ſemper incedens via, nuſquam ab ejus medio ſeu ab Ecliptica deflectit, ideoque neque Sol ab illa declinare videbitur. Luna & errones quinque ad decem quandoque gradus interdum verſus Meridiem, interdum verſus Septemtrionem exſpatiantes, intra Zodiaci tamen limites motus ſuos excercent. *Zodiacus quid?*

Hucuſque contemplati ſumus motus atque Phaſes Veneris ex ejus ſitu reſpectu Solis & Telluris pendentes, Nunc motum è Tellure viſibilem in cælis ſecundum Zodiacum perpendamus. Sit A B C orbita Veneris, T G F orbita Telluris, L M O circulus referat Zodiacum ad Stellas fixas productum; ſit primo Tellus in T & Venus in A, prope ſuperiorem cum Sole conjunctionem; Patet ſpectatorem è Tellure Venerem in cælo referre ad punctum Zodiaci L; & ſi Tellus quieſceret, dum Venus arcum A B in orbita propria percurreret, illa portionem *Motus Veneris in Zodiaco.*

Motus Veneris progressivus,

Zodiaci L M describere videretur. At quia Tellus interea movetur, cum Venus est in B, appellit Tellus puncto orbitæ suæ H, ex quo Venus conspicietur in N, & per arcum Zodiaci L M N de-



ferri videbitur; eritque Venus magis in orientem progressa quam in priore casu. Cum vero Venus ad C pervenerit, Tellus ad G defertur, ita ut Venus in recta ejus orbitam tangente & in Zodiaci puncto O conspicietur. In quo situ, motus ejus apparens erit fere æqualis motui apparenti Solis. Moveatur deinde Venus

ex

ex C ad A rursus, & interea Tellus arcum G K percurrat, & Venus circa conjunctionem inferiorem cum Sole videbitur, & in illo situ ad Zodiaci punctum P è Tellure referetur, cumque prius in O conspiciebatur Venus, per arcum O P regressam esse, seu ab ortu in occasum contra seriem signorum tendere, spectabitur: Cumque in C una cum Sole progredi visa fuit, in A autem celerrime regredi; oportet ut sit locus aliquis medius inter C & A, ubi nec regredi, nec progredi, sed ut stationaria videatur, & eundem in cælis locum per aliquod tempus conservare. Perveniat jam Venus ad E, & Tellus ad F, & Venus è Tellure videbitur in Eclipticæ puncto Q magis regressa; ubi autem Venus videtur è Tellure in recta quæ ejus orbitam tangit, rursus motum progressivum cum Sole habebit, Adeoque inter mutationes cursus, seu inter motum progressivum & regressivum, Venus morabitur nonnihil, & eodem in loco per aliquot dies consistere videbitur; Ubi autem Tellus ad D pervenerit, & Venus sit in C, videbitur per arcum Zodiaci Q R motu celeri versus orientem progrediisse. Hinc Venus, cum in superiore cum Sole conjunctione versetur, semper directe incedere, seu secundum signorum seriem moveri conspicitur: At cum est in inferiore conjunctione, seu cum inter Solem & Terram existet, tunc regredi & contra seriem signorum ferri apparet.

Motus Regressivus.

Venus stationaria.

Quando Venus directa.

Quando regredi videretur.

Quæcunque de Veneris motibus ostendimus, ea quoque de Mercurio ejusque motibus vera erunt. At Mercurii conjunctiones cum Sole, Directiones, stationes, & regressus frequentiores sunt,

Similes sunt Phases Mercurii.

ſunt, quam Veneris, hic enim celeriot & in minore orbita latus, ſæpius Tellurem aſſequitur quam Venus. Maxima Mercurii à Sole digreſſio adæquat circiter gradus 33. Ex his patet, quod horum Planetarum motus apparentes, è Tellure viſi ſunt admodum inæquales, qui nunc progredi, nunc ſtare, mox regredi, & rurſus ſtare cernuntur; at ſpectator in Sole locatus, hos Planetas ſemper eodem tenore progredientes conſpiciet. Nam talis eſt in his Planetis è Terra apparens motuum inæqualitas, ut æquabili circa Solem lationi accurate reſpondeat, unde liquet non Tellurem, ſed Solem eſſe centrum motus Planetarum inferiorum.

Orbitæ Planetarum ſunt Ellipſes.

Sicuti ſuperius oſtenſum fuit, orbitam Telluris non eſſe circulum ſed Ellipſim, hoc idem verum erit de orbitis Veneris atque Mercurii, & cæterorum Planetarum, quorum omnium orbitæ ſunt Ellipſes, quæ communem focum habent, in quo Sol reſidet, circa quem motibus licet inæqualibus Planetæ ferantur, certâ tamen & immutabili lege motus ipſorum reguntur; nam ita Ellipſeos perimetrum percurrunt, ut ab ipſorum centris, Radiis ad Solem ductis, deſcribant ſeu verrant Arcas Ellipticas temporibus proportionales; adeoque in Apheliis tardius incedunt Planetæ, in Periheliis velocius feruntur. Aphelia autem aliter quam Lunæ Apogæon vel quieſcunt, vel lento amodum motu progrediuntur, adeoque ſaltem per unius hominis ætatem tanquam quieſcentia haberi poſſunt. Obſervandum autem eſt Mercurii orbitam eſſe omnium maxime excentricam. Nam ejus Excentricitas eſt ad diſtantiam mediam ut 2051 ad 10000.

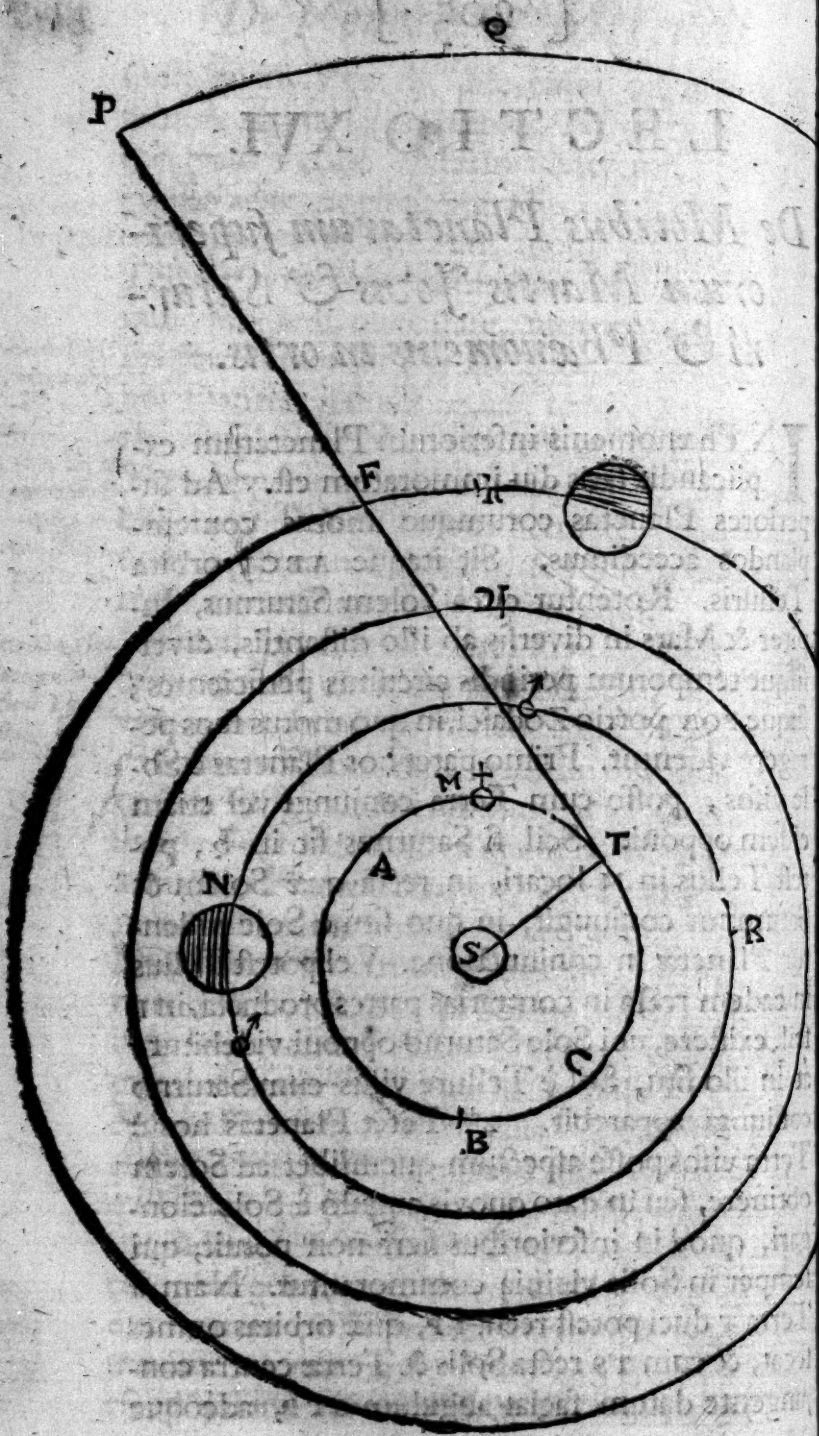
LECTIO

LECTIO XVI.

De Motibus Planetarum ſuperiorum Martis Jovis & Saturni & Phænomenis in ortis.

IN Phænomenis inferiorum Planetarum explicandis ſatis diu immoratum eſt. Ad ſuperiores Planetas eorumque motus contemplandos accedimus. Sit itaque A B C T orbita Telluris. Rotentur circa Solem Saturnus, Jupiter & Mars in diverſis ab illo diſtantiis, diverſiſque temporum periodis circuitus perficientes; ſitque P Q V portio Zodaici, in quo motus ſuos peragere videntur. Primo patet hos Planetas à Sole viſos, poſſe cum Terra conjungi vel etiam eidem opponi. Scil. ſi Saturnus ſit in ♄, poteſt Tellus in M locari, in recta quæ Solem & Saturnum conjungit, in quo ſitu à Sole videntur Planetæ in conjunctione. Vel poteſt Tellus in eadem recta in contrarias partes producta, in B ſcil. exiſtere, ubi Sole Saturno opponi videbitur: at in illo ſitu, Sol à Tellure viſus cum Saturno conjungi apparebit. 2do Patet Planetas hos à Terra viſos poſſe aſpectum quemlibet ad Solem obtinere, ſeu in dato quovis angulo à Sole elongari, quod in inferioribus fieri non potuit, qui ſemper in Solis vicinia commorantur. Nam à Terra T duci poteſt recta T P, quæ orbitas omnes ſecat, & cum T S recta Solis & Terræ centra conjungente datum faciat angulum S T P, adeoque

cum


Q
P
F
M
T
N
A
S
R
C
B

cum Terra est in T, Saturnus fieri potest in F, cujus elongatio à Sole est angulus S T F. Præterea quando Terra & quilibet Planeta superior è Sole in conjunctione videntur, Planeta ille è Terra spectatus, Soli opponi conspicietur; eosque oppositа cæli puncta occupare videbit Terricola.

Conjungatur quilibet Planeta superior v. gr. Saturnus cum Tellure è Sole spectatus; Post conjunctionem, cum Terra velociore motu angulari feratur quam Saturnus, illam à Saturno magis indies recedere aspiciet Solicola; cumque Tellus arcum 59 min. & 8 secund. motu medio quotidie describit, Saturnus autem, tantum duo minuta prima, erit motus Telluris à Saturno, è Sole visus, quolibet die 57 min. & 8 secunda; si itaque fiat ut 57 min. & 8 secunda ad gradus 360, ita dies ad quartum, dabitur numerus dierum, in quibus Tellus rursus Saturno conjungi videbitur, æqualis scil. diebus 378. Sed cum Tellus & Saturnus, è Sole spectati, conjunguntur, Sol & Saturnus è Tellure visi opponuntur; ergo tempus inter duas proximas oppositiones Solis & Saturni ex motibus eorum mediis computatas, æquatur diebus 378 seu Anno cum diebus tredecim. Idem intercedit tempus inter duas conjunctiones Saturni cum Sole proximas è Tellure visas; vel inter duas quaslibet similes Saturni Elongationes à Sole: Tempusque inter conjunctionem & proximam oppositionem est hujus spatii dimidium, nempe dies 189.

Tempus determinatur, in quo Planeta superior ad conjunctionem aut oppositionem aut revertitur.

Similiter invenietur Tempus inter duas proximas Jovis cum Sole conjunctiones aut eidem oppo-

oppoſitiones eſſe æquale Anno una cum triginti tribus diebus. At Mars poſt unam oppoſitionem, ſequentem non attinget, niſi poſt binos annos, & inſuper quinquaginta dies.

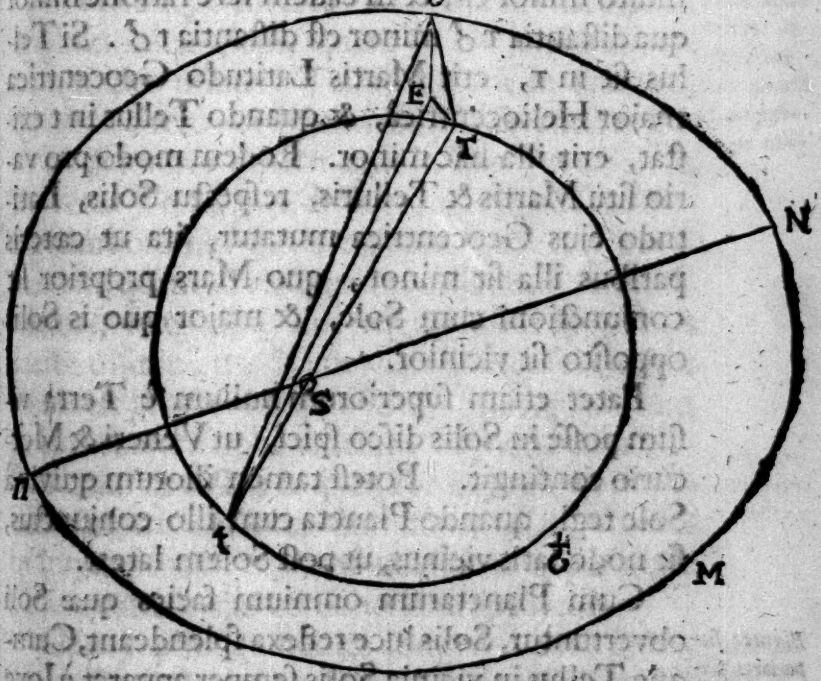
Planetæ omnes Soli oppoſiti oriuntur occidente Sole, & occidunt illo oriente; poſt autem digreſſum Planetarum à Solis oppoſito, manent Sole orientaliores, poſtque Solis occaſum veſperi ſunt conſpicui, donec Soli conjuncti ſimul cum illo occidunt & oriuntur, deinde poſt eorum à Sole receſſum fiunt Sole occidentaliores, & mane ante Solis ortum tantum conſpici poſſunt; nam veſpere citius Sole occidunt, donec ad oppoſitum Solis perveniunt, ubi rurſus oriuntur occidente Sole.

Uti de Inferioribus oſtenſum fuit, ita quoque ſuperiorum Planetarum orbitæ non jacent in plano Eclipticæ, ſed eorum omnium plana Eclipticam ſecant in rectis, quæ per Solem tranſeunt, & Nodorum Lineæ dicuntur. Punctaque ubi hæ lineæ Eclipticæ occurrunt, Nodi vocantur. Quare nec ſuperiores Planetæ unquam in Ecliptica videntur, niſi cum in nodis verſantur; in aliis omnibus locis nunc magis, nunc minus, ab Ecliptica deflectunt, & maxime ab illa diſtant cum circa limites ſeu puncta ab utroque nodo æquidiſtantia verſantur, ubi Latitudines maximæ Heliocentricæ ſunt, quæ ſequuntur; ſcil. Saturni Latitudo maxima Heliocentrica eſt 2 grad. 30 min. Jovis 1 grad. min. 20. Et Martis 1 grad. 52 min.

Orbitarum Plana inclinantur ad Eclipticam.

Dato Loco Planetæ in ſua orbita, ſeu diſtantia ejus à nodo, eadem ratione exquiretur ejus Latitudo Heliocentrica, qua vos Veneris & Mercurii

Mercurii Latitudines invenire docuimus. Latitudines autem Planetarum Geocentricæ, seu distantiæ à Plano Eclipticæ è Tellure visæ, ex situ & distantia Telluris plurimum pendent, nam



eadem manente Latitudine Planetæ Heliocentrica, pro varia positione Telluris, varia erit ejus Latitudo è Terra visa. Sit enim Telluris orbita T ♃ t, superioris vero cujusvis, Martis verbi gratia orbita sit ♂ M, cujus planum ad Eclipticæ planum inclinatur; illudque intersecat in linea Nodorum N n. Sit Mars in ♂, & Tellus in T, ut videatur Mars in aspectu ad Solem oppositi, ex ♂ ad planum Eclipticæ demittatur normalis recta ♂ E, hæc recta subtendit angulum qui latitudinem Planetæ Geocentricam metitur. Cum

itaque Tellus est in T, inter Solem & Martem, Latitudinem Martis visam angulus ♂ T E metietur. At si Tellus in t locetur, ut Sol fiat Marti conjunctus, ejus Latitudo è Terra spectata erit æqualis mensuræ anguli ♂ t E, qui angulo ♂ T E multo minor est, & in eadem fere ratione minor qua distantia T ♂ minor est distantia t ♂. Si Tellus sit in T, erit Martis Latitudo Geocentrica major Heliocentricâ, & quando Tellus in t existat, erit illa hâc minor. Eodem modo pro vario situ Martis & Telluris, respectu Solis, Latitudo ejus Geocentrica mutatur, ita ut cæteris paribus illa sit minor, quo Mars proprior sit conjunctioni cum Sole, & major quo is Solis opposito sit vicinior.

Patet etiam superiorum nullum è Terra visum posse in Solis disco spici, ut Veneri & Mercurio contingit. Potest tamen illorum quivis à Sole tegi, quando Planeta cum illo conjunctus, fit nodo satis vicinus, ut post Solem lateat.

Planetæ superiores pleno orbe fulgent.

Cum Planetarum omnium facies quæ Soli obvertuntur, Solis luce reflexa splendeant, Cumque Tellus in vicinia Solis semper apparet è Jove aut Saturno conspecta, horum Planetarum facies quæ Soli obvertuntur, etiam Terræ obversæ erunt; unde semper Terricolis pleno orbe fulgentes apparabunt hi planetæ. At cum Mars in orbita feratur, quæ propius ad Telluris orbitam accedit, patet ejus faciem Soli obversam non semper totam Telluri obverti, sed circa quadratum Martis cum Sole aspectum, cum scil.* Tellus sit in M vel B, & Mars in N aut R, pars aliqua faciei illuminatæ è Terra non videbitur, & proinde Phasis Martis erit gibbosa, at in conjunctione

** Vide figuram pagina, 206. Mars in quadrato aspectu aliquantulum gibbosus.*

ctione aut oppositione Martis & Solis, Totus illuminatus discus è Terra erit conspiciendus; & præsertim in oppositione Solis, ubi Terræ proximus rotundam & maxime fulgidam speciem exhibet.

Planetæ superiores in oppositione Solis quam in conjunctione majores.

Planetæ superiores multo majores videntur in oppositionibus Solis, quam in conjunctionibus, nam multo minus à Tellure distant in uno situ, quam in altero; & distantiarum differentia æqualis est diametro orbis magni in quo circa Solem movetur Terra, quæ differentia cum ad semidiametrum orbitæ Martis majorem habeat proportionem, quam ad reliquarum orbitarum semidiametros, maximum ejus magnitudinis apparentis faciet discrimen. Nam Mars quinquies circiter nobis est propior in oppositione Solis, quam cum in ejus conjunctione videtur; adeoque cum visibilis cujusvis discus & splendor augetur in duplicata ratione distantiæ diminutæ, Mars vigesies quinquies major & simul lucidior in oppositione Solis quam in ejus conjunctione apparebit.

Diversitas caloris in Planetis.

Cum Jupiter quinquies longius à Sole distet, quam Terra ab eodem distat; diameter Solis apparens, è Jove sub angulo tantum sex scrupulorum videbitur, qui nobis est triginta, Solque Jovis incolis vigesies quinquies minor apparebit quam nobis. Et luminis & caloris vicesimam quintam tantum partem à Sole recipient, Jovicolæ illius quo fruuntur & foventur Terricolæ. At Saturnus cum decies longius à Sole distet quam nos, Apparens Solis diameter ex illo visus sub angulo trium tantum scrupulorum conspicietur, & paulo duplo major quam Venus Perigæa nobis apparebit. Adeoque Solis discus ex Saturno visus centies mi-

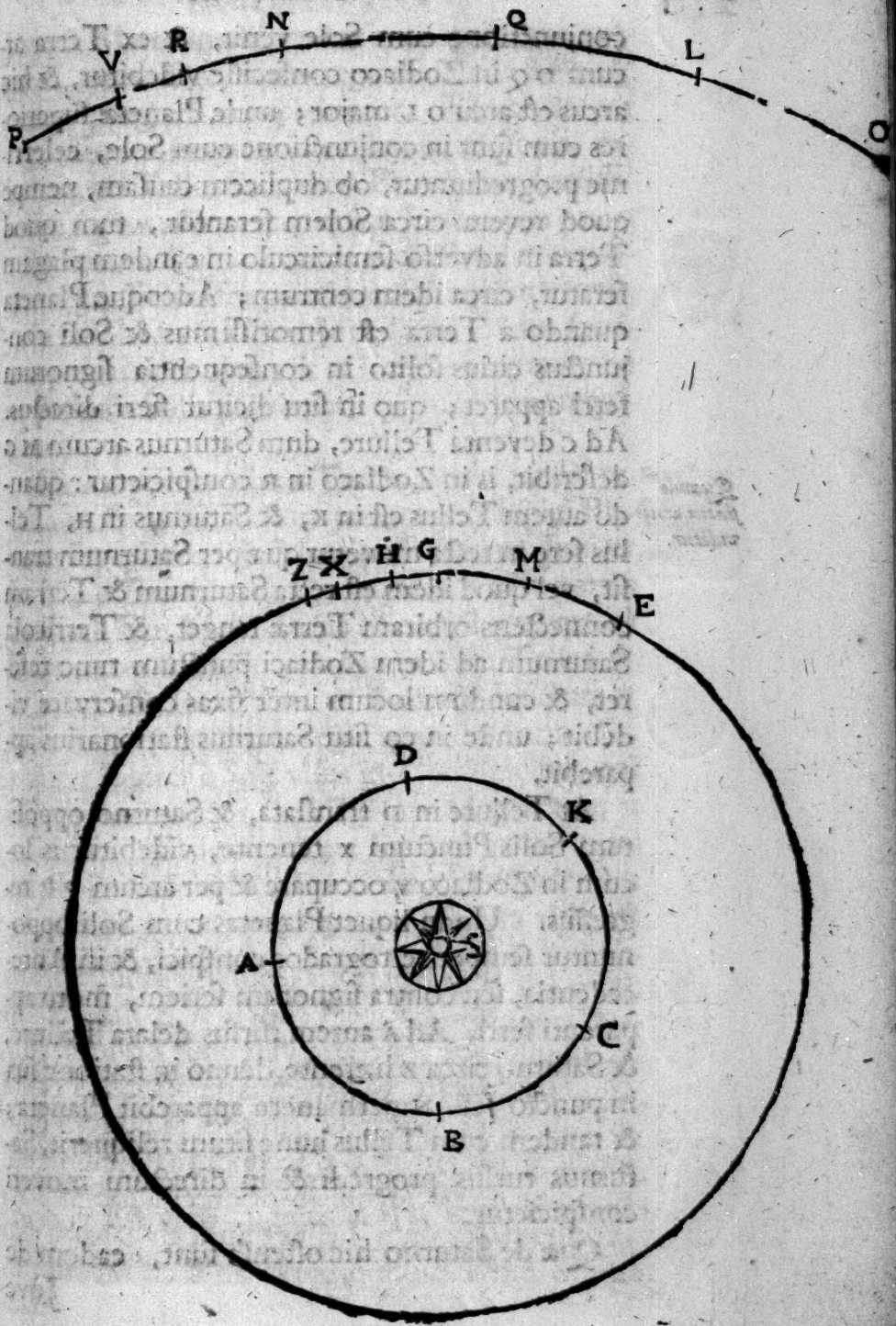
nor apparebit, & tam Lux quàm calor in eadem ratione in Saturno minuuntur; unde oportet ut Saturni Regiones etiam Æquatoriæ sint nostris intra Polares circulos inclusis Terris frigidores.

Planetarum motus è Tellure conspecti irregulares.

Planetæ omnes superiores è Sole conspecti, uniformiter secundùm eandem plagam & eadem lege, æquabili scil. Arearum descriptione, semper progredi cernuntur, unde fit ut eorum motus angularis circa Solem sit in æqualis; in Apheliis enim morantes, tardius incedunt, circa Perihelia versantes, velocius feruntur; at è Tellure visi hi Planetæ, motus admodum irregulares in Zodiaco peragere videntur, aliquando enim progrediuntur ab occidente in orientem, secundùm veros ipsorum motus, deinde paulatim tardescunt, donec tandem immobiles & quasi stationarii conspiciuntur; mox motu retrogrado ferri, & in plagam motibus veris contrariam tendere eos aspicimus; rursusque deinde quasi immobiles stare apparent; donec post aliquod tempus progredi, & ab occidente in orientem ferri videntur. Hæ motuum & cursuum mutationes, ex motu & situ Telluris omnes oriuntur.

Quando Planeta directus & velox.

Sit P Q O portio Zodiaci, A B G D orbita Telluluris E M G H Z superioris cujusvis Planetæ orbita v. gr. Saturni. Sitque Tellus in A, & Saturnus in E, in quo situ è Tellure videbitur Zodiaci punctum O occupare. Si Saturnus quiesceret, Tellure ad B deventa, videretur Saturnus in Zodiaci puncto L, & per arcum O L secundum seriem signorum seu ab occidente in orientem progressus; verum interea dum Tellus transit ab A ad B, Saturnus fertur motu proprio ab E ad M, ubi in con-


P
V
R
N
Q
L
O
Z
X
H
G
M
E
D
K
A
S
C
B

conjunctione cum Sole venit, & ex Terra arcum O Q in Zodiaco confeciſſe videbitur, & hic arcus eſt arcu O L major; unde Planetæ ſuperiores cum ſunt in conjunctione cum Sole, celerrime progrediuntur, ob duplicem cauſam, nempe quod revera circa Solem ferantur, tum quod Terra in adverſo ſemicirculo in eandem plagam feratur, circa idem centrum; Adeoque Planeta quando à Terra eſt remotiſſimus & Soli conjunctus citius ſolito in conſequentia ſignorum ferri apparet; quo in ſitu dicitur fieri directus. Ad C deventa Tellure, dum Saturnus arcum M G deſcribit, is in Zodiaco in R conſpicietur: quando autem Tellus eſt in K, & Saturnus in H, Tellus fere in recta movetur quæ per Saturnum tranſit, vel quod idem eſt recta Saturnum & Terram connectens orbitam Terræ tanget, & Terricola Saturnum ad idem Zodiaci punctum tunc referet, & eundum locum inter fixas conſervare videbit; unde in eo ſitu Saturnus ſtationarius apparebit.

Quando ſtationarius videtur.

At Tellure in D tranſlata, & Saturno oppoſitum Solis Punctum X tenente, videbitur is locum in Zodiaco V occupare & per arcum P V regreſſus. Unde liquet Planetas cum Soli opponuntur ſemper retrogrados conſpici, & in Antecedentia, ſeu contra ſignorum ſeriem, motu apparenti ferri, Ad A autem rurſus delata Tellure, & Saturno circa Z hærente, denuo in ſtatione ſua in puncto ſcil. N permanere apparebit Planeta; & tandem cum Tellus hunc ſitum reliquerit, Saturnus rurſus progredi & in directum moveri conſpicietur.

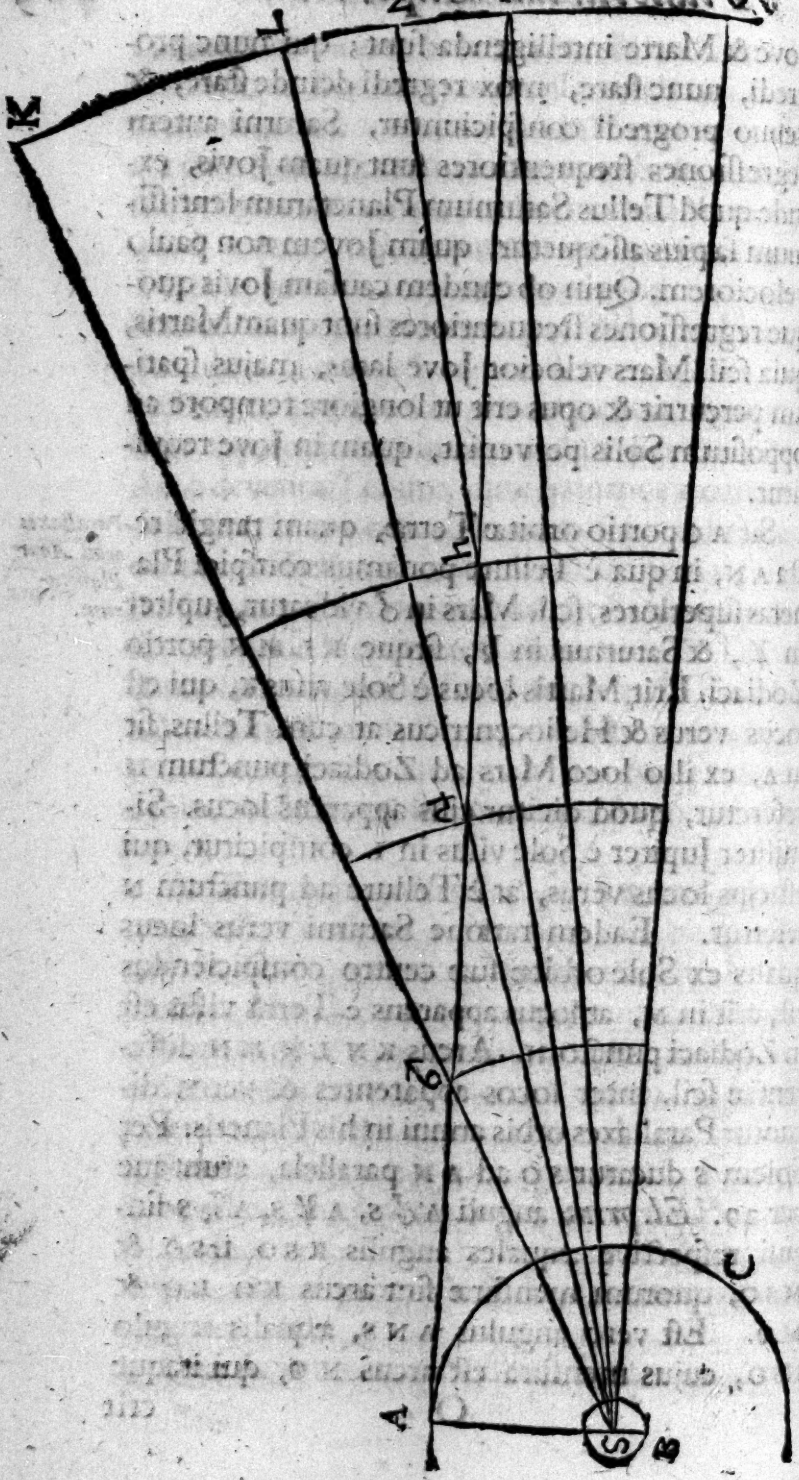
Quæ de Saturno hic oſtenſa ſunt, eadem de

Jove

Jove & Marte intelligenda ſunt; qui nunc progredi, nunc ſtare, mox regredi deinde ſtare, & denuo progredi conſpiciuntur, Saturni autem regreſſiones frequentiores ſunt quam Jovis, exinde quod Tellus Saturnum Planetarum lentiſſimum ſæpius aſſequetur, quam Jovem non paulo velociorem. Quin ob eandem cauſam Jovis quoque regreſſiones frequentiores ſunt quam Martis, quia ſcil. Mars velocior Jove latus, majus ſpatium percurrit & opus erit ut longiore tempore ad oppoſitum Solis perveniat, quam in Jove requiritur.

Parallaxes orbis Anni Planetarum.

Sit A C portio orbitæ Terræ, quam tangit recta A N, in qua è Tellure ponamus conſpici Planetas ſuperiores, ſcil. Mars in ♂ videatur, Jupiter in ♃, & Saturnus in ♄, ſitque K L M N portio Zodiaci. Erit Martis locus è Sole viſus K, qui eſt locus verus & Heliocentricus at cum Tellus ſit in A, ex illo loco Mars ad Zodiaci punctum N referetur, quod dicitur ejus apparens locus. Similiter Jupiter è Sole viſus in L conſpicitur, qui eſt ejus locus verus, at è Tellure ad punctum N refertur. Eadem ratione Saturni verus locus qualis ex Sole orbitæ ſuæ centro conſpiciendus eſt, erit in M, at locus apparens è Terrâ viſus eſt in Zodiaci puncto N. Arcus K N L N M N differentiæ ſcil. inter locos apparentes & veros dicuntur Parallaxes orbis annui in his Planetis. Per Solem S ducatur S O ad A N parallela, eruntque per 29. *El. primi* anguli A ♂ S, A ♃ S, A ♄ S ſinguli reſpective æquales angulis K S O L S O & M S O, quorum menſuræ ſint arcus K O L O & M O. Eſt vero angulus A N S, æqualis angulo N S O, cujus menſura eſt arcus N O, qui itaque


K
Σ
N
O
T
H
♃
♂
C
A
S
B

erit mensura anguli A N S, sub quo semidiameter orbitæ Terræ è cælo videtur, sed A S semidiameter orbitæ Terræ respectu distantiæ cæli, seu fixarum evanescit; nam illa è fixis conspecta sub nullo fere angulo videtur: evanescit igitur in cælo angulus N S O huicque proportionalis arcus N O, & proinde coincidere videntur puncta N & O, & arcus K O L O & M O minime different ab arcubus K N L N & M N, qui itaque erunt mensuræ angulorum A ♂ S A ♃ S A ♄ S. At illi anguli sunt ut apparentes semidiametri orbitæ Telluris ex Planetis singulis visæ. In singulis itaque Planetis superioribus, Parallaxis orbis Annui est ubique ut angulus sub quo semidiameter orbis magni per Terram transiens, è Planeta videtur; & quo propior Planeta ad Tellurem vel Solem accedat, eo major fit iste angulus. Hinc Parallaxis in Marte major erit illa Jovis; sicuti in Jove Parallaxis Annua major erit quam in Saturno. At in stellis fixis nulla deprehenditur Parallaxis orbis annui.

Anguli A ♂ S A ♃ S A ♄ S sunt quam proxime maxime Elongationes Telluris à Sole è respectivis Planetis visæ in Marte adæquat hic angulus 42 gr. adeoque Tellus è Marte conspecta minus digreditur à Sole quam Venus à nobis visa. In Sole maxima elongatio Telluris à Sole videtur gr. 11. quæ est circiter semissis Elongationis Mercurii maximæ à nobis conspiciendæ. In Saturno Angulus hic seu, Elongatio Telluris à Sole maxima minor est sex gradibus, & quarta circiter pars Elongationis Mercurii à nobis visæ, cumque Mercurius raro admodum se nobis conspiciendum præbet, rarissimus è Saturno erit

Telluris

Telluris noſtræ conſpectus & fortaſſe Saturnijs Aſtronomis nondum innoteſcit Globum Telluris noſtræ in rerum natura exiſtere.

Retrogradationes, in Marte majores quam in Jove & in Jove, majores quam in Saturno.

Hinc manifeſtum quoque eſt, Retrogradationes in Marte, majores eſſe quam in Jove, nec non majores in Jove quam in Saturno, idque ob duplicem cauſam, tum quod Mars Telluri propior ſit quam Jupiter, & is quam Saturnus, tum quod velociore motu ferantur.

Dantur Planetarum diſtantiæ à Sole ex dato Parallaxi orbis annui.

Ex data in quovis Planeta Parallaxi orbis annui, facile innoteſcet ejus diſtantia à Sole, reſpectu diſtantiæ Telluris ad eodem. Nam quoniam in Marte datur angulus A ♂ S, quem metitur arcus Parallaxis annuæ & angulus ♂ A S, Elongatio Planetæ à Sole, obſervatione aut calculo cognitus, ſi fiat ut ſinus Parallaxis annuæ, ad ſinum Elongationis Martis à Sole, ita S A diſtantia Telluris à Sole, ad S ♂ diſtantiam Martis ab eodem, illa dabitur. Hæc Parallaxis orbis, qua Planetæ citius tunc tardius in cælo videntur ferri, & nunc in orientem promoveri, nunc in occidentem retrahi conſpiciuntur, pro-

Inæqualitas ſecunda & Optica quid?

ducit in motibus eorum Inæqualitatem quæ ab Aſtronomis Inæqualitas ſecunda & Optica dicitur, ut diſtinguatur à prima quæ Planetis revera ineſt, qua inæquabili motu in orbitis ſuis ferantur: in oppoſitionibus aut conjunctionibus Planetarum cum Sole, inæqualitas illa ſeu Parallaxis evaneſcit, & idem eſt locus Planetæ Geocentricus qui Heliocentricus ſeu qui ex Sole videtur.

Jovis & Saturni Satellites.

Planetarum duo extimi amplo ſatis donantur Satellito, nam Jupiter non paucioribus quam quatuor comitibus ſtipatus incedit, Saturnus quin-

que;

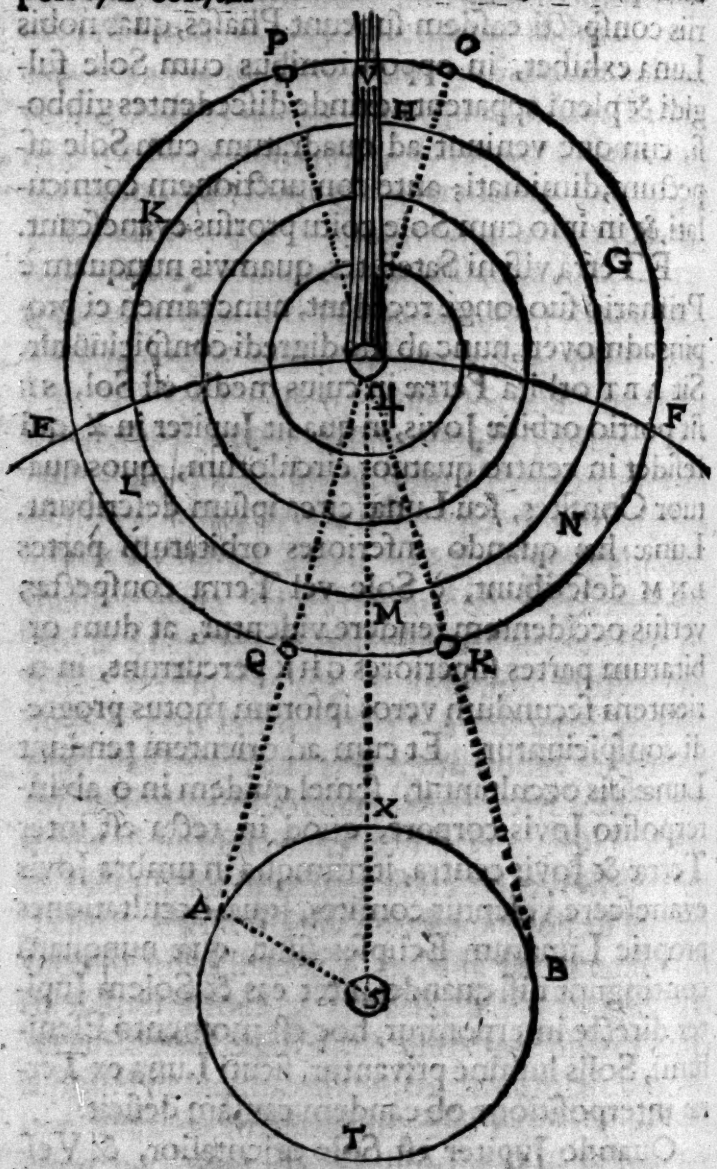
que; mirum & jucundum ſpectaculum; hi inſtar Lunæ noſtræ, primarios ſuos in circulationibus circa Solem perpetuo comitantur, & interea circa primarios gyros deſcribunt, unde ex Primariis conſpecti eaſdem ſubeunt Phaſes, quas nobis Luna exhibet, in oppoſitionibus cum Sole fulgidi & pleni apparent; exinde diſcedentes gibboſi, cumque veniunt ad quadratum cum Sole aſpectum, dimidiati; ante conjunctionem corniculati, & in ipſo cum Sole coitu prorſus evaneſcunt.

E Terra viſi hi Satellites, quamvis nunquam è Primario ſuo longe recedant, nunc tamen ei propius admoveri, nunc ab illo digredi conſpiciuntur. Sit ABT orbita Terræ in cujus medio eſt Sol, SF ſit portio orbitæ Jovis, in qua ſit Jupiter in ♃, qui reſidet in centro quatuor circulorum, quos quatuor Comites, ſeu Lunæ circa ipſum deſcribunt. Lunæ hæ quando inferiores orbitarum partes LNM deſcribunt, è Sole vel Terra conſpectæ, verſus occidentem tendere videntur, at dum orbitarum partes ſuperiores GHK percurrunt, in orientem ſecundum veros ipſorum motus progredi conſpiciuntur. Et cum ad orientem tendunt Lunæ bis occultantur, ſemel quidem in o ab interpoſito Jovis corpore, quod in recta eſt inter Terræ & Jovis centra, iterumque in umbra Jovis evaneſcere videntur comites, quæ occultationes proprie Lunarum Eclipſes ſunt, quæ nunquam contingunt niſi quando inter eas & Solem Jupiter directe interponitur, hoc eſt momento Plenilunii, Solis lumine privantur, ſicuti Luna ex Terræ interpoſitione ob eandem cauſam deficit.

Quando Jupiter eſt Sole orientalior, & Veſpertinus apparet, hoc eſt cum Tellus in A, prius latent pone Jovem, ob conjunctionem viſam

cum

cum corpore Jovis, priusquam in umbram incurrunt, deinde ab umbra Jovis deliquia patiuntur. At quando Jupiter est Sole occidentalior, hoc est post ejus conjunctionem cum Sole, ubi is mane



apparet, hoc est quando Tellus circa B versatur, prius in Jovis umbram incurrunt Lunæ ad V, quam

quam ab ejus corpore occultantur in P, cum autem retrogradæ sunt Lunæ, id est quando tendunt ad occidentem seu Inferiores orbitarum partes percurrunt, tunc semel tantum absconduntur, ut in Q, cum ab ipsius Jovis corpore distingui non possunt, at quando è Sole conspectæ in conjunctione cum Jove inferiore videntur, seu quando Jovis incola eas Soli jungi conspicit, earum umbræ in Jovem incidunt, & aliqua pars disci Jovis eclipsim exinde patietur; & qui sub umbra degunt, Solem eclipsari videbunt. Harum Lunarum tam Jovialium quam Saturniarum Periodi & distantiæ à primariis eæ sunt quæ ad finem Lectionis Tertiæ à nobis traditæ sunt.

Per Eclipses Jovialium Parallaxis orbis annui, & distantia Jovis à Sole determinatur.

Ex harum Lunarum motibus & Eclipsibus, Parallaxis orbis annui & distantia Jovis à Sole optime innotescit. Sit P O R orbita cujusvis satellitis v. gr. extimi, sitque Tellus in orbitæ suæ puncto A: oportet observare tempus quando post Jovem latet satelles in O; quod ut fiat, observetur momentum quando primo videri desinit, atque iterum momentum quo conspici incipit, momentum inter hæc medium, erit momentum temporis quando in recta per Jovis & Terræ centra transeunte locatur. Similiter observetur Tempus quando Satelles est in medio Eclipsis quam ab umbra Jovis patitur, scil. quando est in V, ex quibus dabitur tempus quo arcum O V describit; & cum motus ejus circa Jovem æquabilis sit, exinde habebitur arcus O V, nam circa Jovem revolutionem absolvit hic satelles horis 402. Supponamus tempus quo Satelles ex O ad V moveatur esse duodecim horarum. Fiat ut 402 horæ ad horas 12. ita 360. gr.

ad quartum qui invenietur] 10 gr. min. 44. est itaque arcus o v æqualis grad. 10. min. 44. At est arcus o v mensura anguli o ♃ v, seu huic æqualis A ♃ s, cujus mensura est Parallaxis orbis Annui, quæ proinde innotescet. In Triangulo igitur A ♃ s datur angulus ad ♃; & præterea angulus ad A, Elongatio Jovis à Sole ex Terra visa, quem Astronomos tum ex calculo, tum ex observatione cognoscere posse certum est; datur præterea latus A s distantia Terræ à Sole quæ ponatur 100000, cum igitur in hoc triangulo dantur omnes anguli, & unum latus; dabuntur per Trigonometriam reliqua latera, hoc est latus s ♃ distantia Jovis à Sole, & latus A ♃ distantia Jovis à Terra. Verum ut hæc exacte habeantur opus est pluribus accuratisque observationibus, iisque optimo telescopio peractis.

Lucis motus non est instantaneus.

Per Stellarum Jovialium Eclipses solvitur Problema totius Physicæ nobilissimum, quod dignitatis & admirationis plurimum in se habet; *Num scil. Lucis motus sit instantaneus*, aut successivus? Ex his enim Eclipsibus demonstratur lucem non in instanti propagari, motu tamen admodum pernici, & celeritate incredibili ab astris ad nos pervenire.

Nam si Lucis motus instantaneus esset, cum Tellus est in T à Jove maxime remota, eodem momento videretur Eclipsis satellitis ac si esset in x Jovi Proxima nam secundum hanc hypothesin lux eodem momento, per spatia indefinita propagatur, sin lucis propagatio sensibilem aliquam temporis moram requirat, observator ad x distantiâ x T quæ semidiametro orbis magni æqualis est, erit Jovi propior quam

observator in T locatus, citiusque Eclipsim videbit quam qui ex T illam aspicit, unde ex intervallo temporis, distantiæ x T proportionato radiorum velocitatem æstimare licebit. Atque ita se res habet, nam quotiescunque Terra Jovi propior accedit, Satellitum Eclipses citius incipiunt, quotiescunque Terra ad T à Jove recedit, Eclipses serius conspiciuntur, quam per computationes factas fieri debent. Hæ quidem anticipationes, & prolongationes Eclipsium Satellitum, per plurimos annos observatæ, à *Domino Romero* primùm adhibitæ fuere ad successivam lucis propagationem statuendam, lucemque eadem ratione qua reliqua omnia corpora mota determinato quodam velocitatis gradu propagari evincunt; cui sententiæ plerique Astronomi & Philosophi assensum præbuere.

Lucis itaque particulæ, etsi indefinite exiguæ, motu progressivo rectilineari feruntur, & non per undas medii alicujus defunduntur, Lucis velocitatem talem esse statuit Romerus, ut à Sole ad nos spatio undecim minutorum perveniat, at distantia illa inter Solem & nos quinquaginta millies millenis passibus non minor est, quod spatium tantillo tempore percurrit lux ut ejus velocitatem satis admirari non possimus, quæ corporum velocissimorum celeritates in immensum superat, & quamvis Tellus celeri admodum motu circa Solem feratur, ejus tamen velocitas ad velocitatem lucis comparata, non majorem habet rationem quammotus testitudinis ad illam Terræ velocitatem.

Per easdem Eclipses determinantur Locorum Longitudines.

Ex Eclipsibus Jovialibus hoc etiam commodi nobis derivatur, quod ex iis in diversis

Terræ

Terræ locis obſervatis, locorum longitudines determinantur, ſed ut hæc methodus determinandi locorum longitudines, clarius vobis eluceſcat, quædam hic præmittenda ſunt.

Si per Terræ polos & locum quemlibet in ejus ſuperficie traduci ſupponatur circulus maximus, hic circulus, ob revolutionem Telluris diurnam, circa axem Telluris etiam vertitur, cumque ejus planum per Solem tranſierit, ab omnibus incolis qui ſub illo degunt, Sol in illo exiſtere videbitur, iiſque Meridiem efficit; ob quam cauſam, circulus hic Meridianus dicitur, ſi autem ſit alter Meridianus verſus occidentem poſitus, qui cum priore angulum quindecim graduum conſtituat, hic una hora ſerius ad Solem appellet, quam prior; adeoque cum Incolæ qui ſub poſteriore Meridiano degunt, numerant mediam diem, ſeu horam duodecimam; prioris Meridiani incolæ horam primam poſt meridiem numerabunt. Similiter ſi meridianorum angulus ſit triginta graduum, hoc eſt cum arcus Æquatoris inter Meridianos interceptus ſit 30 grad. quando ſub occidentaliore Meridiano eſt Meridies, ſub orientaliore numerabitur hora ſecunda poſt meridiem. Atque ita pro ſingulis quindecim gradibus, quibus Arcus Æquatoris inter Meridianos interceptus conſtat, tot numerantur horæ quibus incolæ ſub Meridiano orientaliore anticipant horas, quæ ſub occidentaliore Meridiano numerantur. Et ſimiliter pro ſingulis gradibus Æquatoris numerabuntur quatuor minuta Temporis, proque ſingulis quindecim minutis unum temporis minutum numerabitur, v. gr. ſi arcus Æquatoris

ris inter Meridianos interceptus sit 85. grad. dividendo 85 per 15, quotiens $5\frac{2}{3}$ monstrat sub meridiano orientaliore, numerari horam quintam cum quadraginta minutis, quando incolis sub occidentaliore fit Meridies; & quando fit Meridies incolis sub Meridiano orientaliore degentibus, occidentales numerabunt horam sextam matutinam cum viginti minutis, & differentia inter horas in diversis his locis numeratas semper manet 5 & $\frac{2}{3}$, si arcus inter meridianos interceptus sit 85 graduum.

E contra datâ differentiâ horarum, quæ in locis pro eodem temporis momento numerantur, dabitur exinde Arcus Æquatoris inter Meridianos locorum interceptus; qui Arcus differentia Longitudinum locorum dicitur, quando scil. Longitudines ab aliquo primo Meridiano computantur, habetur autem arcus ille multiplicando horarum differentiam per 15, & productus dabit gradus, & si minuta quoque temporis multiplicentur per 15, & productus si superet 60 dividatur per 60 quotiens & residuum dabunt gradus & minuta, qui prioribus additi, conficiunt differentiam Longitudinum locorum. Exempli gratiâ, horarum differentia sit 7 & 22 minuta prima; 7 per 15 multiplicatus facit 105, & 22 in 15 ductus efficit minuta 330, seu quinque gradus & 30 min. unde longitudinum differentia tota erit 110 grad. m. 30. Hisce præmissis.

Si in duobus diversis locis, observetur initium Eclipseos cujusvis è Jovialibus, & notentur horæ quibus in diversis locis accidit Eclipsis, Horarum differentia, si in gradus & minuta Æquatoris vertatur, dabit differentiam longitudinum locorum.

Si habeantur Ephemerides motuum & Eclipsium Jovialium pro Meridiano alicujus loci accuratè supputatæ; vice observatoris in uno locorum, Ephemerides sunt consulendæ, hora & horæ scrupula quibus initium vel finis Eclipseos accidit ex iis sunt eximenda, & tempus in loco dato comparatum cum horâ loci in quo observatur Eclipsis, dabit horarum differentiam, & exinde longitudo loci innotescet.

Longitudo quoque habetur per observationem Eclipseos Lunaris, aut appulsûs Lunæ ad aliquam fixam, sed hæ Phases rariùs conspiciuntur, quàm Eclipses Satellitum Jovis.

In Terrâ & Solo stabili facile observantur Eclipses; & si idem in mari præstare licuerit, Ars Nautica esset ferè perfecta, & nulli ferè errori obnoxia: verùm in mari, Motus & Jactationes navis omnem observationem Eclipsium impediunt. Adeoque si aliquis methodum traderet, quâ longitudo navis in medio maris quovis tempore inveniri possit, is solveret Problema Nautis exoptatissimum, & Reipublicæ adeo utile, ut sanctione Senatûs nuper facta, Præmia larga inventori tribuenda sunt: exinde plurimi ingenia sua in illo excolendo exercuêre & torsêre. At nemini hactenus palmam in medio positam rapere licuit, etsi varias vias methodosque tentaverunt & proposuerunt, & Plurimi suarum inventionum amore capti, rem à se confectam existimantes, præmia postulaverunt, quorum tamen plerique nesciebant demum quid sit Longitudinem invenire.

LECTIO

LECTIO XVII.

De Cometis

PRæter Planetas ordinarios, qui semper in viciniâ noſtrâ diſcurrunt; Eſt & aliud quoddam Planetarum Genus, qui temporanei appellari merentur, utpote aliquando in noſtro cælo ſunt conſpicui, & poſt aliquod apparitionis tempus rurſus à noſtro viſu ſe ſubducunt. Eos in cæleſti regione collocabant veteres philoſophi & longè ſupra Lunam evehebant. Nam teſtibus Ariſtotele, Senecâ, Plutarcho aliiſque, Pythagorici & Italica ſecta aſſerebant, Cometam eſſe unam ex ſtellis errantibus ſed longis poſt temporum Intervallis apparere; idem ſenſit Hippocrates Chius ut ex eodem Ariſtotele conſtat. Idem quoque ſenſit Democritus, ut auctor eſt Seneca in Naturalium quæſtionum lib. VII. cap. 3. Sic enim inquit, Democritus ſubtiliſſimus antiquorum omnium, *ſuſpicari ait ſe, plures ſtellas eſſe qui currunt*, intelligens Cometas. Sed nec numerum illorum poſuit, nec nomina, nondum comprehenſis quinque ſiderum curſibus. Et rurſus Seneca dicit, Apollonium Myndium peritiſſimum inſpiciendorum naturalium, aſſerere Cometas in numero Stellarum errantium poni à Chaldæis, tenerique curſus eorum. Apollonius ipſe aiebat, quòd proprium Sydus eſt Cometes, *Cometæ Planetarum Genus.*

ſicut Solis & Lunæ. Cæterum non eſt illi palam curſus. Altiora mundi ſecat, & tum demum apparet, cum in imum curſûs ſui venit. Huic ſententiæ accedit ipſe Seneca. Non exiſtimo inquit ille Cometem ſubitaneum eſſe ignem, ſed inter æterna opera Naturæ. Cometes habet ſuam ſedem, & ideo non citò expellitur, ſed emetitur ſpatium ſuum, nec extinguitur, ſed excedit. Si erratica, inquit, Stella eſſet, in Signifero eſſet, ſed quis unum Stellis limitem ponit? Quis in anguſtum divina compellit? nempe hæc ipſa quæ ſola moveri credis, alios & alios circulos habent, quare ergo non aliqua ſunt, quæ in proprium iter & ab iſtis remotum ſeceſſerint? Ut verò cognoſcantur, neceſſarium eſſe dicit, veteres ortus Cometarum habere collectos; deprehendi enim propter raritatem eorum curſus adhuc non poteſt, nec explorari an vices ſervant, & illos ad ſuum diem certus ordo producat. Tandem ſic vaticinatur; Veniet Tempus, quo ipſa quæ nunc latent, dies extrahet, & longioris ævi diligentia. Ad inquiſitionem tantorum ætas non una ſufficit. Veniet tempus quo Poſteri noſtri tam aperta nos neſcîſſe mirabuntur; erit qui demonſtret aliquando, in quibus cometæ partibus errant, cur tam ſeducti à cæteris eunt, quanti qualeſque ſunt.

Senecæ Opinio de Cometis.

Sed his non obſtantibus tota Peripateticorum ſecta metuens, ne Generationes & corruptiones in cælis admitterentur, Cometas inter ſublunaria corpora poſuit. Illoſque eſſe Meteorôn genus contendit. Sed ne hic locus iis concedatur, repugnant eorum Phænomena

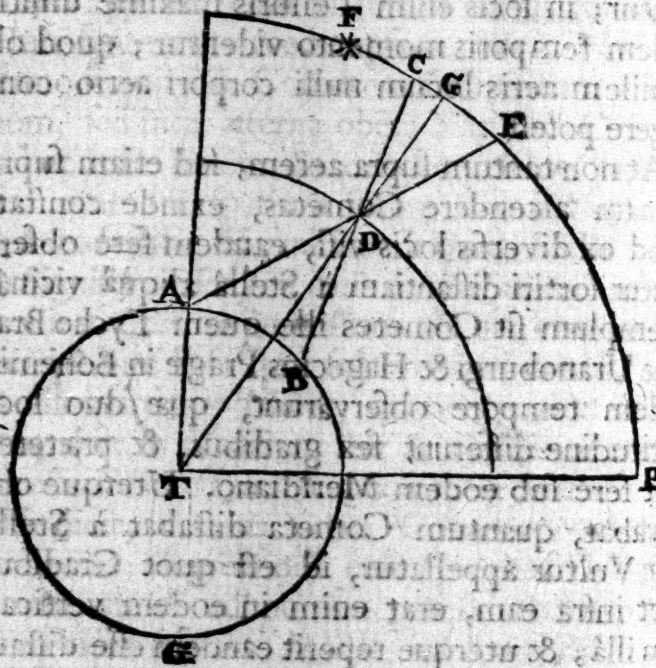
Peripatetici Cometas inter meteora numerant.

mena, nam non in aere noſtro illos generari exinde patet, quòd longè ſupra aerem evehuntur; in locis enim Telluris maximè diſſitis eodem temporis momento videntur; quod ob humilem aeris locum nulli corpori aerio contingere poteſt. *Cometæ non ſunt aerii.*

At non tantum ſupra aerem, ſed etiam ſupra Lunam aſcendere Cometas, exinde conſtat, quòd ex diverſis locis viſi, eandem ferè obſervantur ſortiri diſtantiam à Stellâ aliquâ vicinâ. Exemplum ſit Cometes ille quem Tycho Brachee Uranoburgi & Hagecius Pragæ in Bohemiâ eodem tempore obſervârunt, quæ duo loca Latitudine differunt ſex gradibus, & præterea ſunt ferè ſub eodem Meridiano. Uterque obſervabat, quantum Cometa diſtabat à Stellâ quæ Vultur appellatur, id eſt quot Gradibus eſſet infra eam, erat enim in eodem verticali cum illâ; & uterque reperit eandem eſſe diſtantiam, & conſequenter, uterque inſpexit illum in eodem cæli puncto, quod fieri non potuit, niſi Cometa eſſet ſupra Lunam. *Cometæ ſunt ſupra Lunam.*

Circulus A B G exponat orbem Terræ, in quâ ſit A Uranoburgum, B oppidum Pragæ, D locus Cometæ. Sit F C E fixarum cælum, & F Stella Vulturis. Ex Uranoburgo locus Cometæ ad punctum E in cælo refertur, ejuſque diſtantia à Vulture erit F E; ex Pragâ autem Spectatus Cometa, in C videbitur, diſtabitque à Vulture arcu F C, qui arcu F E erit minor; verùm deprehenſum eſt Cometam ex duobus hiſce locis viſum eandem obtinuiſſe diſtantiam viſibilem à Stellâ Vulturis, & arcus proinde F E F C fuiſſe æquales. Tanta itaque eſt diſtantia *Demonſtratur Cometas eſſe ſupra Lunam.*

Cometæ à Tellure, ut arcus C B evaneſcat. At



hoc non quidem Lunæ contingit, adeoque longior abeſt à nobis Cometa, quàm Luna.

Cometæ locus verus viſus Parallaxis.

E centro Telluris viſo Cometâ, locus ejus in cælis ſit G, at ex Terræ ſuperficie in A ſpectato locum E occupare videtur. Prior dicitur locus ejus *verus*, Poſterior *viſus*, & diſtantia G E quâ humilior apparet dicitur Parallaxis, eâ ſemper deprimitur Phænomenon verſus horizontem. Eſt autem Parallaxis Phænomeni, ut ſuperiùs dictum fuit de Lunâ, ſemper æqualis angulo ſub quo ſemidiamiter Terræ per locum tranſiens è Phænomeno videtur.

Quod ſi nulla fuerit Parallaxis ſenſibilis, neque angulus, ſub quo ſemidiameter Telluris è

Cometa

Cometâ apparet, erit ſenſibilis. Adeoque oportet, ut Cometa longiſſimè à Tellure diſtet. Nempe ut diameter Terræ ut punctum ex Cometâ videatur.

Deprehenſio Parallaxis Cometarum.

Unico filo, in Tantæ ſubtilitatis negotium advocato; Parallaxis, ſi modo ſit ſenſibilis, deprehendi poteſt. Nam cum Cometa in fine apparitionis adeo lenteſcit proprio motu, ut vix incedere videatur, bis obſervandus eſt per filum, hoc modo; primò cum valde ab horizonte ſublimis fuerit, notentur binæ ſtellæ ei viciniores, inter quas ipſe ſit collocatus, in rectâ linea, quæ ſit Horizonti parallela, quod per filum indirectum ſtellis aſſumptis expoſitum atque oculis prætenſum experiri oportet. Poſtea cum occaſurus prope Horizontem fuerit, iterum prætenſo filo, expendendum eſt, an in eâdem rectâ lineâ cum iiſdem ſtellis videatur; nam ſi Parallaxis adſit ſenſibilis, quæ deprimit ſidus, non in eâdem rectâ quæ Stellas conjungit apparebit; ſin ſecus, & in eâdem poſitione, quoad Stellas maneat, indicium eſt, Cometam nullam ſubire Parallaxim, & longiſſimè à nobis diſtare. Nec quicquam hic à refractione timendum eſt, quæ prope Horizontem ſolet ſidera ſupra verum eorum locum elevare, quia hæc ipſius hallucinatio, tam Stellas quàm Cometas æqualiter elevabit, ac proinde eorundem mutuam diſtantiam ac poſitionem non mutabit refractio.

Alia methodus inveniendi Parallaxes

Obſervari etiam poteſt Cometa juxta Horizontem ortivum, intra binas Stellas, in circulo Horizonti perpendiculari, & poſtea cum ſublimior evaſerit & non in eodem verticali cum dictis ſtellis, ſi apparuerit in eâdem rectitudine

nullam patietur parallaxim, & proinde in altò cælo ſpatiatur, ſi verò aſſumptis ſtellis fuerit depreſſior quàm in rectâ lineâ fieri debet, habet Cometa Parallaxim. Quod ſi in his obſervationibus adſit Cometæ motus proprius, is detrahendus erit pro ratione ejus, & temporis à primâ obſervatione uſque ad ſecundam elapſi.

Cometæ Parallaxi orbis annui ſunt obnoxii.

* Ut Defectus Parallaxis diurnæ extulit Cometas ſupra regiones Lunares, ſic ex Parallaxi orbis annui, evincitur eorum deſcenſus in regiones Planetarum. Nam Cometæ, qui progrediuntur ſecundum ordinem ſignorum, ſunt omnes ſub exitu apparitionis, aut ſolito tardiores, aut retrogradi, ſi modo Terra ſit inter ipſos & Solem: aut juſto celeriores, ſi Terra vergat ad oppoſitionem, hoc eſt ſi in conjunctione cum Sole videantur, uti fieri in Planetarum motibus obſervamus. E contra qui pergunt Cometæ contra ordinem ſignorum, ſunt juſto celeriores in fine apparitionis, ſi Terra verſatur inter ipſos & Solem, aut juſto tardiores aut retrogradi, ſi Terra ſita ſit ad contrarias partes. Contingit hoc maximè ex motu Terræ in vario ipſius ſitu; perinde ut fit in Planetis, qui pro motu Terræ vel conſpirante, vel contrario, nunc retrogradi ſunt, nunc tardiùs progredi videntur, nunc verò celeriùs.

** Vide Newtoni Principia lib. 3.*

Si Terra pergat ad eandem partem cum Cometâ, & motu angulari tantò celeriùs feratur circa Solem, ut recta per Terram & Cometam perpetuò ducta convergat ad partes ultra Cometam, Cometa is è Terra ſpectatus ob motum ſuum tardiorem, apparet eſſe retrogradus. Sin Terra tardiùs Cometâ feratur, ille detracto

Quando Cometa retrogradus videtur.

Quando directus, & juſto tardi-

(detracto motu Terræ) tardiùs incedere videbitur. At si Terra pergat ad contrarias partes, Cometa exinde velocior apparebit. *Quando justo celerior.*

Idem colligitur ex curvaturâ viæ Cometarum; pergunt hæc corpora propemodum in circulis maximis, quamdiu moventur celeriùs, at in fine cursûs, ubi motus apparentis pars illa, quæ à Parallaxi oritur, majorem habet proportionem ad motum totum apparentem, deflectere solent ab his circulis, & quoties Terra movetur in unam partem, abeunt in contrariam: oritur hæc deflectio maximè ex Parallaxi orbis annui, propterea quod respondet motui Terræ, & insignis ejus quantitas observata ostendit Cometas esse satis longè infra Jovem collocandos, ubi consequens est quòd in Perigæis & Periheliis, ubi propius adsunt, descendunt sæpe infra orbes Martis & Inferiorum Planetarum.

A Terrâ recedentibus & ad Solem accedentibus Cometis, augetur eorum splendor & lux, quamvis ob auctam eorum distantiam minuitur apparens diameter.

Cometarum figuræ variæ sunt; alii enim crines undique in orbem vibrant, qui Criniti & Cincinnati appellantur; alii autem ad partem cæli Soli oppositam barbam aut caudam radiosam emittunt, hique Barbati Caudatique dicuntur. Varia observata fuit Cometarum quoque magnitudo; Plerique seclusâ comâ, quando maximi videntur, stellas tantum primæ aut secundæ magnitudinis adæquant. At multò majores apparuisse testantur auctores, qualis fuit ille, qui Neronis tempore affulsit, & auctore Senecâ *Cometarum Figuræ variæ, & varia magnitudo.*

Senecâ Soli magnitudine non cedebat. Sic ille, quem Hevelius obſervavit Anno 1652. Lunâ non minor apparuit, luce tamen & ſplendore multùm Lunæ cedebat, nam Lumine ſuo pallido & obtuſo tenebricoſum & triſtem aſpectum præbuit. Cinguntur Cometæ plerique denſâ & caliginosâ Atmoſphærâ, quæ Solis lucem retundet, intus tamen conſpicitur Nucleus, qui diſſipatis nubibus, quaſi corpus Cometæ ſolidum aliquando lucidè ſplendet.

Cometæ motu communi in occidentem ferri videntur.

Cometæ cum tam longe a Terra diſtent, motum illum apparentem ab oriente in occidentem ex vertigine Telluris ortum & omnibus ſyderibus communem habebunt. Præter hunc motum eſt & alius illis proprius, quo non in eodem cæli loco hærent, ſed ab eo in quo primum affulſerunt, quotidie recedunt, & per ſpatia cæleſtia vagantur. Qui motus veteribus etiam cognitus fuit, nequaquam enim eos inter errantia ſydera numeraſſent, niſi eos Planetarum inſtar, peculiari curſu errabundos cognoviſſent. Seneca motum hunc agnovit, & obſervavit, per lineam in cælo rectam fieri, ſeu, ut loquuntur Aſtronomi, per circuli maximi portionem. lib. enim Septimo naturalium Quæſt. cap. 8. Cometarum dicit curſum lenem & compoſitum eſſe, qui deſtinatum iter carpit; non confuſè aut tumultuoſè eunt Cometæ, ut aliquis credat, cauſis turbulentis & inconſtantibus pelli. In capite 29 meminit duorum Cometarum; quorum unus intra ſextum menſem dimidiam cæli partem tranſcurrit. Alter Claudianus, à Septemtrione primum viſus, non deſiit in rectum aſſiduè celſior fieri, donec exceſſit.

Cometarum motus proprius.

Si

Si habeatur globus cæleſtis, in cujus ſuperficie Stellæ rite ſunt collocatæ & depictæ, hâc arte Mechanicâ, via Cometæ in cælis explorari poteſt. Aſſumantur quotidie Stellæ quatuor Cometam circumſtantes, ita ut is ſit in concurſu duarum linearum quæ oppoſitas ſtellas jungant, quod per filum oculis prætenſum atque aſſumptis ſtellis & Cometæ objectum examinari poteſt, quod in tanto fixarum numero obſervare facile erit. Sit v. gr. Cometa in A in medio quatuor ſtellarum B C D E, ita ut filum per duas B D & Cometam tranſeat, ſimiliterque filum tranſeat per Cometam duaſque Stellas C E. In globo igitur, quo hæ quatuor ſtellæ ſunt locis ſuis depictæ, extendantur duo fila per binas & binas ſtellas, & in communi filorum concurſu, invenietur Cometæ locus. Sic quotidie fiat, & pro ſingulis diebus loca notentur; atque hinc manifeſtè Cometæ via ſeu curſus apparebit in cælis, qui deprehendetur eſſe circulum maximum, omnia enim puncta notata in eâdem peripheriâ circuli maximi invenientur. Datis autem duobus hujus circuli punctis, dantur ejus inclinatio ad Eclipticam & Nodorum loci, ſcil, ubi extenſum filum Eclipticam ſecat.

Modus explorandi curſum cometæ in cælis.



Aliter etiam via Cometæ propria invenitur obſervando ejus diſtantiam quotidie à duabus Stellis, quarum diſtantia, Longitudines, & Latitudines notæ ſunt, ex quibus dabitur locus Cometæ in cælo, quæ loca poſtea in globo cæleſti

Alia methodus obſervandi ſemitam Cometæ.

leſti notata manifeſtè oſtendent Curſum Cometæ è Tellure viſum eſſe in portione Circuli maximi, niſi per motum Terræ ille aliquantulum exinde deflectere videretur. Diſtantiæ Cometæ à vicinis ſtellis, accipi poſſunt per Quadrantem aut Sextantem, ita ſitum, ut ejus planum ſimul per Cometam & Stellam tranſeat, & Dioptra una Stellam, altera Cometam aſpiciens, gradus in circumferentiâ inter utramque interceptos manifeſtabunt.

Moventur Cometæ in plano per Solem tranſeunte.

Hinc manifeſtum eſt, Planetas moveri in plano, quod per oculum Spectatoris, ſeu potius per Solem tranſit, nam motus omnis viſibilis qui in illo plano peragitur, ſemper in Peripheriâ circuli maximi fieri conſpicitur. Regularis præterea & maximè proportionatus eſt Cometarum motus; qui quamvis inæqualis eſt, ſumma tamen regularitas in ipſâ inæqualitate continuò obſervatur.

Ipſorum Curſus varii.

Proprius hic Cometarum motus, non eſt idem in omnibus; ſed varius, nam alii ab occidente in orientem tendunt; aliorum è contra motus fit in Antecedentia, & curſui Planetarum contrarius; omnes diligenter obſervati deflectunt ad Boream vel ad Auſtrum; idque variè, neque Planetarum more comprehenduntur in Zodiaco; ſed inde migrant & motibus variis, in omnes cœlorum regiones feruntur; alii celeriùs, alii tardiùs. Summa celeritas a Regiomontano obſervata fuit, quâ Cometa uno die peregit gradus quadraginta. Nonnulli ſunt in initio velociores quàm in fine, alii in principio, & fine apparitionis tardè moventur, in medio velociſſimè feruntur.

Depre-

Deprehenſum eſt, quòd in nonnullis Cometis, antequam penitus diſparuerunt, in ultimis ſcil. apparitionibus, non adeo preciſè in circulo maximo inceſſerunt, ſed aliquantulum ab iſto tramite deviârunt; Angulus enim orbitæ Cometæ & Eccliptícæ, in provectiore ætate diverſus fuit obſervatus quàm cum ab ortu adhuc recens fuit, ſed deviatio hæc apparens, non ex motu Cometæ, ſed ex Telluris motu ortum trahit; ut in ſuperioribus & inferioribus Planetis eveniri ſolet, quorum diſtantia ab Eccliptícâ varia videtur, pro diverſâ poſitione Telluris, cum interim ex ſole ſpectatus Cometa, circulum maximum exactiſſimè deſcribere videbitur. *Deviatio viſa Cometæ a Circulo maximo.*

Quamvis Cometæ motus videatur plerumque in circulo maximo, ſemita tamen ejus à circulo diverſa & varia eſſe poteſt, ſcil. vel linea Recta, Elliptica, Parabolica, aut Hyperbolica, vel alia quævis in eodem plano deſcripta. Nam omnis motus in quâcunque ſemitâ, qui in plano per oculum tranſeunte peragitur, in circulo maximo fieri conſpicitur. Philoſophi plurimi & Aſtronomi motum rectilineum illis tribuerunt. Quæ tamen eorum phænomenis optime convenit Semita, Parabolica aut Elliptica videtur, & quidem ſi in Ellipticis ferantur orbitis, eæ maximè excentricæ ſunt, & majores Axes ad minores magnam obtinent proportionem; quâ ratione multùm à Planetis differunt, qui orbitas Ellipticas quidem, at non multum excentricas, ſed ad circuli formam accedentes deſcribunt. Sol autem in communi omnium orbitarum tam Planetarum, quàm Cometarum foco exiſtit; & eâdem lege circa *Vere Cometarum ſemitæ.*

illum

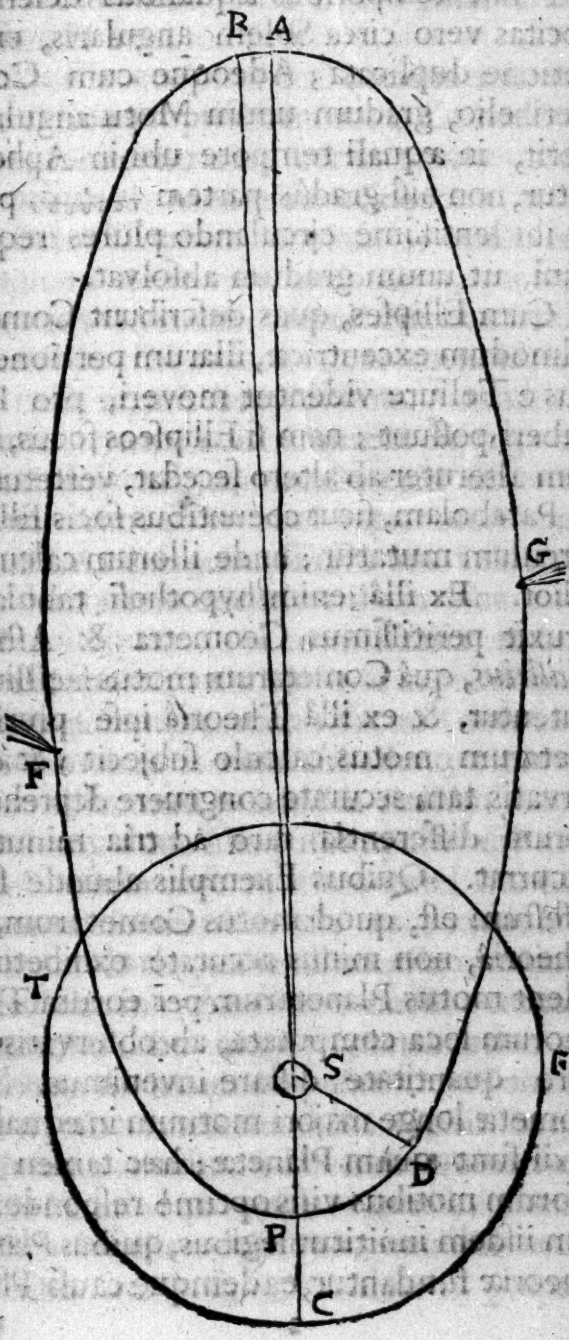
illum moventur Cometæ, quâ Planetæ, deſcribendo ſcil. Areas temporibus proportionales; Unde neceſſe eſt ut ſimiliter ac Planetæ in Solem ſint graves.

Cometæ quando viſibiles, & quando inviſibiles.

Cum Cometæ in inferioribus orbitarum partibus verſantur, ſeu cum verſùs Solem deſcendunt, vel ab illo aſcendunt, tunc ſolùm fiunt conſpicui, & deinde à Sole recedentes, in longinquas regiones abeunt, & ex noſtro conſpectu ſeſe ſubducunt; nam ob eorum à Sole receſſum, minuitur lux, quam ab illo recipiunt, & ob auctam à nobis diſtantiam, minuuntur quoque apparentes diametri, donec tandem inſenſibiles evadunt. In Apheliis, ubi in longinquas admodum excurrunt regiones, ob tantam orbitæ excentricitatem, tardiſſimè incedunt, in Periheliis ubi Soli vicini ſunt incitatiſſimo feruntur motu.

Sit S Sol, A P D G orbita Cometæ Elliptica, T C E orbita Terræ. Si ponamus ſemiaxem Ellipſeos orbitæ Cometicæ centies majorem diſtantiâ mediâ Telluris à Sole, Cometa ille periodum circa Solem non niſi mille annis abſolvet, nam quadrata Temporum periodicorum Telluris & Cometæ, debent eſſe cubis diſtantiarum a Sole mediarum proportionalia. Et Cometa in conſpectum noſtrum non veniet, niſi cum verſùs Solem deſcendendo, propiùs ad Tellurem acceſſerit, ut in F, deinde poſt deceſſum a perihelio, à Sole continuò aſcendens Cometa, circa G tandem evaneſcere incipit; & ſi Aphelii diſtantia ſit ad diſtantiam Perihelii à Sole ut 1000 ad 1, erit velocitas Cometæ in Perihelio ad velocitatem in Aphelio, in eâdem ratione, nam debet Area

A S B


B
A
G
F
T
S
F
D
P
C

A S B æqualis esse Areæ D S P, si modo arcus A B D P sint temporibus æqualibus descripti, Velocitas vero circa Solem angularis, erit in eâ ratione duplicata; Adeoque cum Cometa in Perihelio, gradum unum Motu angulari absolverit, in æquali tempore ubi in Aphelio versatur, non nisi gradûs partem $\frac{1}{1000000}$ percurret, & ibi lentissimè circulando plures requiruntur anni, ut unum gradum absolvat.

Ellipsium portiones, quæ a nobis videntur describi per Cometas, pro Parabolis haberi possunt.

Cum Ellipses, quas describunt Cometæ, sint admodum excentricæ, illarum portiones in quibus è Tellure videntur moveri, pro Parabolis haberi possunt; nam si Ellipseos focus, in infinitum alteruter ab altero secedat, vertetur Ellipsis in Parabolam, sicut coeuntibus focis Ellipticis in circulum mutatur; unde illorum calculus fit facilior. Ex illâ enim hypothesi tabulam construxit peritissimus Geometra & Astronomus *Halleius*, quâ Cometarum motus facillimè computentur, & ex illâ Theoriâ ipse plurium Cometarum motus calculo subjecit; & cum observatis tam accurate congruere deprehendit, ut eorum differentia rarò ad tria minuta prima excurrat. Quibus Exemplis abunde satis manifestum est, quod motus Cometarum, ex hâc Theoriâ, non minus accuratè exhibetur, quam solent motus Planetarum per eorum Theorias; quorum loca computata, ab observatis non minore quantitate distare invenimus. Et licet Cometæ longe majori motuum inæqualitati obnoxii sunt quàm Planetæ; hæc tamen Theoria ipsorum motibus visis optimè respondet; unde cum iisdem innititur legibus, quibus Planetarum Theoriæ fundantur, eademque causæ Physicæ in

utroſque agant, & cum accuratis Aſtronomorum obſervationibus exactè congruat ; non poteſt eſſe non vera.

Cometæ plures ab oriente in occidentem feruntur.

Quamvis Planetæ omnes ab occidente in orientem, motibus propriis ferantur ; Cometæ tamen non pauci contrarios curſus tenere obſervantur ; eoſque ab oriente in occidentem, maximâ velocitate diſcurrere cernimus ; qualis fuit ille à Regiomontano viſus anno 1472, qui quadraginta gradus uno die confecit. Hinc manifeſtè conſtat, nullos in cælo exiſtere vortices, qui Planetas in iis natantes rapidiſſimo motu circa Solem vehant ; nam cum Cometæ in regiones Planetarias deſcendant, neceſſe erit, ut perniciſſimo vorticum Torrente rapiantur ; tanta enim foret vorticis juxta Tellurem velocitas, ſi reverà darentur vortices, ut illam ſecum veheret ; & pluſquam 20000 milliaria in unâ horâ conficere faceret ; unde & rapidiſſimum hoc flumen Cometas etiam ſecum deferret ; eorumque motus, ſi contrarii eſſent, citò deſtrueret. Quis enim non videt nullum corpus contra tam rapidum Torrentem poſſe diu moveri. At Cometæ obſervantur plures, qui contrario motu liberrimè eunt, & eâdem lege motus conſervant, quaſi nullum eſſet medium, quod iis obſtaret. At hoc naturæ vorticum planè repugnat, nam quod Planetas ſecum rapit fluidum, alia etiam corpora omnia inibi locata ſecum rapere neceſſe erit. Quod itaque cum non fit, dicendum eſt in cœlis nullam eſſe reſiſtentiam ; adeòque nullum medium, quod cum noſtro aere comparatum, ſenſibilem ali-

Adeoque nulli ſunt Vortices.

quam obtinet denſitatem ; nam aer noſter Projectorum motum non parum obſtruit.

Deſinant itaque *Carteſiani* & *Leibnitiani*, de Vorticibus ſuis plura in poſterum dicere ; cæleſtia enim Phænomena iis planè repugnant ; quique cœleſtium corporum motus per illos explicare ſatagunt, nugas & figmenta impoſſibilia nobis obtrudunt, nec ulteriùs ſunt audiendi.

In cœlo nullum eſt medium fluidum, quod ſenſibilem obtinet denſitatem.

Cum Reſiſtentia medii ex ejus denſitate oriatur, neceſſe eſt, ut ubi nulla eſt reſiſtentia medii ſenſibilis, ibi quoque nulla ſit ſenſibilis medii denſitas ; Adeòque cum in cœlis Cometæ ne minimam ſenſibilem reſiſtentiam patiuntur ; ſed liberrimè tanquam in vacuo motus ſuos peragunt, minima quoque erit medii denſitas, & fortaſſe tanta erit medii iſtius raritas ; ut ſi Cometas, Planetas, eorumque Atmoſphæras excipias, materia illa omnis, quæ totum ſpatium Planetarium implet, non adæquat illam quæ in uno digito cubico noſtri aeris continetur. Hoc enim poſſibile eſſe, à nobis in *Lectionibus noſtris Phyſicis* demonſtratum eſt.

Cometæ motibus ſuis vacuum dari demonſtrant.

Deſinant etiam Philoſophi Metaphyſicas ſuas tricas contra vacuum nobis obtrudere ; illæ enim perſimiles videntur Veterum Sophiſtarum, contra motum diſputantium, argutiis, quæ non aliam reſponſionem merentur, quam illam *Diogenis*, qui ambulando illas confutavit. Sic *Philoſophos Carteſianos* cœlum intueri jubeamus, & inde non obſtantibus ſubtiliſſimis illorum tricis, ex phænomenis in illo viſis, Vacui neceſſitatem manifeſtâ demonſtratione colligent.

Pauci Cometæ visi sunt, priusquam ad Solem descendunt ; & ex Perihelio, ab illo recedere incipiunt. Nam antequam per Solis viciniam incaluerunt, vix caudas emittunt ; adeòque minus notabiles evadunt ; post autem ipsorum à Perihelio discessum, ingentes vibrant caudas, quæ constant materiâ lucidâ, rarâ, & subtilissimâ, maximo putà calore Solis attenuatâ, & maximâ vi è corpore Cometico projectâ. Cujus causa fortasse non dissimilis est illi, quâ nuper ex nostrâ Tellure, Vapores lucidi ad insignem altitudinem ejaculati fuêre ; qui per magnam Europæ partem conspecti fuêre, & æmulabatur vapor ille lucidus, tam figurâ quàm Splendore, Cometarum caudas, sed deficiente materiâ citò evanuit. *Cometarum Caudæ.*

Illud in Cometis omnibus maximè notandum ; quod illorum caudæ semper in partes à Sole aversas extenduntur, id est si Sol sit in occidente, Cometa directè caudam in orientem projicit. E contra, si Sol fuerit in Oriente, Cauda in occidentem rectà dirigitur, mediâ nocte in Aquilonem tendunt. Crescunt caudæ, dum ad Solem descendunt, in Periheliis maximæ sunt, deinde longiùs à Sole recedendo, decrescunt, donec in Atmosphæram Cometicam se contrahunt. *Caudæ semper in partes protenduntur à Sole aversas.*

Caudæ Cometarum quæ breves sunt, non ascendunt motu celeri & perpetuo à capitibus, & mox evanescunt, sed sunt permanentes vaporum & exhalationum columnæ, à capitibus motu satis lento propagatæ, quæ participando motum illum capitum, quem habuêre sub initio, per cælos unà cum capitibus moveri pergunt : *Cometarum Caudæ participant de motu capitum,*

gunt: Et hinc rursus colligitur, spatia cœlestia vi resistendi destitui, in quibus non solùm solida Planetarum & Cometarum corpora, sed etiam rarissimi caudarum vapores, motus suos liberrimè peragunt, ac diutissimè conservant.

Cometa ille insignis, qui Anno 1680 apparuit, statim post recessum à Perihelio, caudam emittebat plusquam quadraginta gradus in longum exporrectam; nec mirum, nam tam prope fuit Soli, ut non major quam sextâ diametri solaris parte ab ejus corpore distabat: & inde Sol maximam cœli Cometici partem è Cometâ spectatus occupare, & sub angulo ferè 120 graduum apparere videbatur. Calor autem è Sole conceptus ardentissimus fuit, nam ferri candentis calorem ter millies superabat. Hinc necesse est, ut corpora Cometarum sint solida, compacta, fixa, & durabilia, ad instar corporum Planetarum. Nam si nihil aliud essent quàm vapores, aut exhalationes Terræ, Solis, aut Planetarum, Cometa ille in transitu suo per viciniam Solis statim dissipari debuisset.

LECTIO

LECTIO XVIII.

Doctrina Sphærica, seu De Circulis Sphæræ.

CUM quilibet Spectator, quemcunque in Universo obtineat locum, sit in centro Prospectûs proprii ; si cœlum intueatur, illud tanquam superficiem concavam oculo concentricam, innumerisque stellis refertam conspiciet, Motusque omnes cœlestes in illâ peragi videbit. Verùm cum Telluris à Sole distantia exigua admodum sit respectu illius, quâ cœlum stellatum à nobis distat ; ubicunque Terra in suâ orbitâ locetur, eadem semper cœli facies, eadem astrorum positio, seu configurationes stellarum ex eâ aspicientur, quæ oculo in ipso Sole constituto apparerent ; adeoque nihil refert, sive centrum Universi seu cœli, in Sole, sive in Tellure ponatur. Et si concipiantur circuli quotlibet per Tellurem transire, & ad cœlum produci, aliique his Paralleli per Solem traduci, hi circuli in cœlo coincidere videntur, evanescente ipsorum distantiâ respectu distantiæ fixarum, quæ ad illos refertur, circulique hi, per Solem & Tellurem in planis parallelis ducti, in easdem stellas incidere videbuntur.

Oculus spectatoris est ubique in cœli centro.

Nihil refert sive centrum cœli in tellure sive in sole ponatur.

Quò meliùs loca stellarum definiantur, motusque in ordinem redigantur, convenit in cœlo

cœlo plures concipere deſcriptos eſſe circulos, quorum alii ſunt maximi, alii minores. Circulus in Sphærâ maximus eſt, qui dividit Sphæram in duas partes æquales, & idem habet centrum cum centro Sphæræ, adeoque omnes circuli maximi, cum idem habent centrum, ſeſe bifariam ſecabunt.

Circuli Maximi.

Circuli minores.

Circuli minores dividunt Sphæram in partes inæquales, eorumque centra à centro Sphæræ diverſa ſunt; denominantur autem hi circuli ab aliquo circulo maximo, cui paralleli ſunt.

Circulorum Poli.

Quilibet circulus duos habet polos, qui ſunt puncta in ſuperficie Sphæræ, ubique a circulo æquidiſtantia, ubi ſcil. linea ad planum circuli recta per centrum ducta, utrinque ſuperficiei Sphæricæ occurrit.

Circuli alii immobiles alii mobiles.

Circuli alii per reſpectum ad Obſervatorem definiuntur, ut ſunt Horizon & Meridianus, alii à motu originem ducunt; hi dicuntur mobiles, quòd unà cum ſpectatore locum mutant, illi immobiles, quòd in iiſdem cœli punctis infixi hærent.

Qui à motu oriuntur circuli, præcipui ſunt Ecliptica & Æquinoctialis, eorumque paralleli; nam cum Tellus circa Solem motu annuo in orbitâ feratur, Spectator in Sole conſtitutus Terram in cœlo illum deſcribere circulum inter fixas, quem Eclipticam dicimus, conſpiciet. Eſtque ille circulus idem, quem nos in Terrâ locati Solem percurrere motu apparenti ſpatio unius anni videmus, uti ſuperiùs à nobis oſtenſum fuit. Dividitur Ecliptica in duodecim partes æquales, quæ ſigna ſeu Dodecatamoriæ appellantur, nomenque habent à Conſtellatione vicinâ.

Ecliptica.

vicinâ. Incipiunt ab Æquinoctiali vernali, tenduntque ab occidente in orientem. Tria priora ſigna ♈ ♉ ♊ ſcandunt ab Æquinoctiali in Boream, uſque ad Solſtitium æſtivum. Sequentia tria ♋ ♌ ♍ incipiunt à Cancro deſcenduntque ad æquinoctialem interſectionem autumnalem. Tertia ſignorum Trias ♎ ♏ ♐, incipit à Libra, deſcenditque verſus auſtrum, uſque ad Solſtitium Hybernum. Quarta ♑ ♒ ♓ à Capricorno incipit, tendenſque ad Æquatorem, finitur in æquinoctio verno. Unumquodque ſignum dividitur in triginta gradus, & hinc tota Ecliptica in 360. In hoc circulo ſemper videtur Sol, qui nuſquam ab illo deflectit. At Planetæ ultra citroque eunt, per ſpatium octo circiter graduum, adeoque ſi concipiatur circulus latus ſeu zona ſedecim graduum lata, cujus medium tenet Ecliptica, deſignabit in cœlo ſpatium in quo Planetæ motus peragunt, & Zodiacus à Græcis, à Latinis Signifer dicitur ob ſigna ibi locata. *Zodiacus.*

Si per polos Eclipticæ traduci concipiantur innumeri circuli Eclipticæ occurrentes, illi dicuntur Eclipticæ Secundarii, quorum ope quælibet ſtella vel quodvis in cœlo punctum ad Eclipticam refertur. Nam ſtellæ cujuſvis locus, ad Eclipticam reductus, is erit, ubi ejuſmodi circulus per ſtellam tranſiens eidem occurrit. Arcus inter hunc locum & initium Arietis interceptus, & in conſequentia numeratus dicitur *Longitudo* ſtellæ. Sicuti arcus circuli ſecundarii inter ſtellam & Eclipticam eſt ejuſdem ſtellæ *Latitudo*. Hinc hi Eclipticæ ſecundarii circuli Latitudinum dicuntur. Latitudo eſt *Eclipticæ Secundarii* *Longitudo Stellæ.* *Latitudo Stellæ.*

est Borealis vel Australis. Nam Ecliptica cœlum sidereum in Hemisphærium Boreale & Australe dividit.

Cum Tellus circa suum Axem vertatur, exinde fit, ut omnes stellæ cœlumque omne Sidereum circa Tellurem volvi conspiciantur, spatio viginti quatuor horarum, qui motus apparens Diurnus dicitur, & raptu *Primi Mobilis* fieri concipitur; quasi revera Tellus quiesceret & cœlum circa ipsam volubile esset. Circulus medius inter utrumque Telluris polum, qui Æquator dicitur, ad cœlum usque productus, efficit Æquinoctialem cælestem, & omnia sidera, omniaque cœli puncta præter polos hunc æquinoctialem, vel circulum aliquem huic parallelum, majorem aut minorem, prout a Polis remotiora aut viciniora fuerint, describere videntur.

Æquinoctialis cœlestis.

Æquinoctialis & Ecliptica, cum uterque sit circulus maximus, se mutuò bifariam secabunt, communisque planorum sectio, sibi ubique parallela manens, ad idem cœli punctum semper dirigitur (nam hic abstrahimus à motu illo lentissimo, quo Axis Terræ, vel intersectio Ecliptiçæ & Æquatoris regreditur) Adeoque cum Sol in Eclipticæ puncto videtur, ubi est illa intersectio, hoc est, cum revera Tellus oppositum tenet, Sol motu diurno æquinoctialem in cœlo circulum describere conspicietur. Bis itaque in quolibet anno Sol motu diurno in Æquinoctiali revolvitur. Scil. cum est in duobus Eclipticæ & Æquatoris intersectionibus Vernali & Autumnali. Quibus temporibus omnes Telluris incolæ dies noctibus æquales habebunt;

bunt, unde nomen circulus hic adeptus est. Angulus, quem Ecliptica cum æquatore ad intersectionum puncta facit est $23\frac{1}{2}$ graduum; exinde discedens Sol, continuò ab æquatore motu apparente declinat versùs Boream vel Austrum, circulosque æquatori parallelos motu apparente describit, donec ad nonagesimum ab intersectione gradum pervenerit, ubi $23\frac{1}{2}$ gradibus ab æquatore distare videtur, quæ est ejus Declinatio maxima, & inde rursus ad Æquatorem revertere conspicitur, unde duo minores circuli, quos Sol motu diurno in duabus ejus declinationibus maximis describere apparet, *Tropici* nominantur, à τρεπω *verto*. Hic in Boreali cæli parte *Tropicus Cancri*, ille in Australi *Tropicus Capricorni dicitur*. Quâ ratione hic motus Solis apparens, & Declinationis mutatio, quiescente Sole, ex motu Terræ revera accidunt, superiùs in Lectione VII^ma^ ostensum fuit. *Circuli Tropici.*

Sunt & alii duo circuli minores in Sphærâ notabiles, quos Eclipticæ Poli motu diurno rapti describere videntur, qui $23\frac{1}{2}$ gradibus à Polis æquatoris seu Mundi distant & circuli Polares dicuntur. Hic in Boreali Hemisphærio Arcticus à vicinis Ursis, alter Australis illi oppositus Antarcticus dicitur. *Circuli Polares.*

Si per polos mundi seu Æquatoris traduci concipiantur circuli innumeri maximi, erunt illi secundarii Æquatoris, quorum ope quævis cæli puncta ad æquinoctialem referuntur, uti priùs per Secundarios Eclipticæ, ad Eclipticam ea retulimus, Et *Ascensio Recta* stellæ, vel puncti cujusvis, est arcus Æquinoctialis inter initium Arietis & punctum intersectionis circuli secundarii *Ascensio Recta.*

Declinatio darii per ſtellam tranſeuntis. *Declinatio* autem eſt arcus ejuſdem ſecundarii inter ſtellam & æquinoctialem interceptus. Eſtque Borealis aut Auſtralis, prout verſus hunc vel illum polum ſtella declinat, & exinde circuli hi Declinationum circuli nominantur. Horum præcipui

Duo Coluri. ſunt duo *Coluri*, quorum alter per puncta æquinoctiorum tranſiens vocatur Colurus Æquinoctiorum; Alter priorem ad angulos rectos ſecans & per polos Eclipticæ & Æquinoctialis incedens dicitur Colurus Solſtitiorum; quoniam Eclipticæ occurrit in punctis ab æquatore remotiſſimis, ubi Sol per aliquod tempus diſtantiam ab æquinoctiali vix ſenſibiliter mutare deprehenditur; & proinde Solſtitia hæc puncta dicuntur.

Circulus in Telluris ſuperficie inter polos exactè medius, eſt Telluris Æquator, cujus productione ad Fixas *Æquinoctialem* cæleſtem generari diximus; Et ſicuti ſtellarum loca in cælis, quoad longitudinem & latitudinem definiuntur per Eclipticam & ejus ſecundarios; Sic per Æquatorem Terreſtrem ejuſque ſecundarios per polos Terræ ductos, Terrarum loca & urbes quoad Longitudinem & Latitudinem determinari debent. Circulus Æquatoris ſecundarius per locum quemvis tranſiens dicitur

Loci Meridianus. iſtius *loci Meridianus*, quoniam quando per vertiginem Terræ circa Axem ſuum, planum iſtius circuli per Solem tranſiverit, erit omnibus incolis ſub illo degentibus Meridies. *Longitudo Loci.* *Longitudo loci* eſt arcus æquatoris interceptus inter aliquem Meridianum, quem primum vocant, per determinatum locum tranſeuntem, & Meridianum loci. Veteres Geographi Primum Meri-

Meridianum per locum Terræ notum & maximè occidentalem traduci fingebant, atque exinde Terrarum loca omnia, quaquà in longum patent, versùs ortum determinabant. Ex quo verò navigando deprehensum est, nullum dari locum maximè occidentalem, paulatim neglectus est modus, à primo aliquo meridiano computandi. Et quisque locorum Longitudines respectu Meridiani urbis propriæ determinat. *Latitudo loci* est arcus Meridiani istius loci, inter locum & Æquatorem interceptus, estque Borealis aut australis, prout locus ab æquatore, versùs hunc vel illum polum, distat.

Ratione Meridianorum & Parallelorum comparati Incolæ Telluris, alii dicuntur *Periœci* qui sub eodem parallelo, at oppositis ejusdem Meridiani semicirculis degunt; hi Tempestates anni easdem experiuntur, accedente Sole eodem tempore ad utriusque loci verticem, & exinde recedente; at meridiei & mediæ noctis vices subeunt alternas. Alii denique dicuntur *Antœci* sub eodem Meridiani semicirculo, at oppositis parallelis habitantes, Ita ut meridies & media nox utrisque simul contingat; at tempestates anni permutantur. Alii denique dicuntur *Antipodes*, quod sub oppositis Meridianis æquè ac Parallelis versantes, adversis è diametro pedibus incedunt; ideoque vicissitudines æstatis atque hyemis, nec non meridiei & mediæ noctis, ortus & occasus siderum omnino planè adversos sentiunt.

Periœci.

Antœci.

Antipodes.

Quatuor circuli in superficie Telluris minores, qui cælestibus ejusdem nominis respondent, nempe duo Tropici & totidem Polares dividunt

Quinque Zonæ. dividunt Terram in quinque portiones, quæ zonæ appellantur, Quarum una vocatur Torrida, utroque Tropico comprehensa, inhabitabilis à veteribus credita est, propter nimium æstum: Regiones tamen, quas illa continet nunc longè feraciſſimas esse, vitæ commodis, incolisque abundare compertum est; Duæ sunt frigidæ Zonæ, sub utroque mundi Polo circulis Arctico & Antarctico inclusæ, & ob gelu perpetuum vix habitabiles; Totidem temperatæ sunt inter Frigidas & Torridam comprehensæ, quarum alteram nos incolimus, alteram nostri Antipodes. Has quinque Zonas sic describit Virgilius.

Quinque tenent cœlum Zonæ, quarum una coruſco
Semper Sole rubens, & Torrida ſemper ab igne,
Quam circum extremæ dextrâ lævâque trahuntur,
Cæruleâ glacie concretæ, atque imbribus atris.
Has inter, mediamque, duæ mortalibus ægris
Munere conceſſæ divûm.

Amphiſcii. Qui in Zonâ Torridâ degunt, dicuntur *Amphiſcii*, eò quòd eorum umbra meridiana versùs utrumque polum diversis anni temporibus projicitur. At cum Sol ipsorum verticibus incumbit, fiunt *Aſcii*, quia nullam projiciunt umbram meridianam; Qui Zonas Temperatas incolunt, dicuntur *Hetroſcii*, quorum umbra Meridiana versùs alterutrum tantùm mundi Polum porrigitur; qui in Zonis frigidis sunt incolæ, *Periſcii* vocantur, quia Sole non occidente umbra illis in orbem circumagatur.

Aſcii.

Hetroſcii.

Periſcii.

Circuli, qui concipiuntur mobiles, & per reſpectum

reſpectum ad obſervatorem definiuntur, ſunt Horizon & Meridianus. *Horizon* eſt magnus ille circulus, quem quiſque in planitie aut medio maris poſitus viſu circumacto definit, quo cæli pars ſpectabilis ab inconſpicuâ dividitur. Dicitur *Horizon ſenſibilis*, à quo differt *Rationalis* illi parallelus, tranſiens per centrum Terræ. Nam Phænomena cæleſtia referimus ad ſuperficiem Sphæricam, Telluri, non oculo concentricam. *Horizon ſenſibilis.* *Horizon Rationalis.*

Hi duo Horizontes ad fixas producti coincidere videntur, cum Tellus ad Sphæram fixarum comparata puncti tantùm rationem habeat, adeoque qui non niſi puncto diſtant à ſe invicem circuli, tanquam congruentes haberi debent. Horizontis poli ſunt duo puncta, quorum unum vertici obſervatoris incumbit & *Zenith* dicitur, alterum huic ſub pedibus oppoſitum *Nadir* vocatur. Ab his innumeri circuli ad Horizontem ducti, ſunt ejus ſecundarii, & circuli *Verticales* & *Azimuthales* appellantur. Horizontis autem paralleli circuli minores *Almicantarath* dicuntur: voces hæ ab Arabibus in Aſtronomiam ſunt introductæ. *Horizontis Poli.* *Zenith & Nadir.* *Circuli verticales & Azimuthales.* *Almicantarath.*

Inter circulos verticales, eminent præcipuè Meridianus, & *Verticalis Primarius*; ille per polos & Zenith ductus horizontem interſecat in cardinibus Septentrionis & Auſtri, illoſque ſignat. Hic alter eſt Meridiano ad angulos rectos, & in Horizonte Orientem & Occidentem oſtendit. Hi circuli Horizontem in Quadrantes dividunt, quarum unaquæque rurſus in octo partes æquales, adeoque Horizon totus in triginta duas partes dividi ſupponitur, quæ venti ſive plagæ nominantur. *Verticalis Primarius.*

Alti-

Altitudo aut Depressio Stellæ. *Altitudo* aut *Depressio* Stellæ cujusvis est arcus verticalis circuli intet Stellam & Horizontem interceptus.

Azimuthus Stellæ. Stellæ *Azimuthus* est arcus Horizontis inter cardinem Meridiei vel Septentrionis & verticalem per Stellam transeuntem interceptus, estque vel orientalis vel occidentalis.

Amplitudo ortiva vel occidua. *Amplitudo ortiva* vel *occidua* sideris est Arcus Horizontis inter punctum, ubi sidus oritur aut occidit, & cardinem Orientis aut occidentis, estque illa Borealis vel Australis.

In Meridiano culminant Stellæ. Ut in Horizonte omnes Stellæ videri incipiunt, & apparere desinunt, sic in Meridiano Stellæ omnes ad maximam altitudinem perveniunt, ubi culminari dicuntur, & infra Horizontem in eodem Meridiano maximam depressionem obtinent. Cum Meridianus tam Æquatori quàm Horizonti perpendiculariter insistat, Omnium parallelorum segmenta ab horizonte facta, tam supra quàm infra in æquales partes dividet; unde Tempus inter ortum Stellæ ejusque Culminationem, æquale erit tempori inter Culminationem & occasum. Cumque Sol quotidie parallelorum aliquem motu apparenti describit, quando is ad circulum Meridianum appulerit, Meridies fiet, Mediaque nox, cum infra Horizontem ad eundem pertigerit, unde huic circulo nomen. *Nonagesimus gradus* est punctum Eclipticæ, quod nonaginta gradibus ab ejus intersectione cum Horizonte distat, ejusque Altitudo metitur angulum, quem Ecliptica cum Horizonte facit. *Medium cœli* dicitur punctum Eclipticæ culminans. In signis Ascendentibus, à ♈ ad ♎ Nonagesimus est ad orientem Meridiani; in descendentibus à ♎ ad ♈ ad occidentem positus.

Quam-

Quamvis Horizontem & Meridianum tanquam circulos immobiles suppoſuimus, motum apparentem cæli tanquam realem conſiderando; revera tamen illi ſoli ſunt circuli mobiles, & Stella vel Sol oritur, quando planum Horizontis infra deſcendit, ut Sol vel Stellæ conſpiciantur, occiduntque, quando planum Horizontis ſupra attollitur, Stellis & Sole quieſcentibus, Horizonte interea vertigine Terræ rapto. Sic etiam Sol & Stellæ ad meridianum loci alicujus appellunt, cum Meridiani planum, quod motu circa Axem Telluris angulari fertur, per Solem aut Stellas quieſcentes tranſiverit. Si verò per Solem & Polum traduci concipiatur circulus immobilis, fiet hic Meridianus non alicujus loci determinati, ſed Univerſalis; fietque Meridies, in loco aliquo, cum Meridianus iſtius loci, qui circa Axem Telluris vertitur, cum plano hujus circuli coinciderit.

Horizon & Meridianus ſunt circuli revera mobiles.

Meridianus Univerſalis.

Cum Meridianus quilibet circuitum ſeu gradus 360 ſpatio viginti quatuor horarum motu angulari abſolvat, neceſſe eſt ut quâlibet horâ quindecim gradus, hoc eſt graduum 360 partem viceſimam quartam, motu angulari conficiat, adeoque ſi concipiatur circulus per polos tranſiens, qui cum Meridiano per Solem ducto angulum quindecim graduum conſtituat, ad hujus planum cum pervenerit Meridianus alicujus loci, poſt deceſſum a Meridiano Univerſali numerabitur in illo loco hora prima poſt Meridiem; diciturque circulus horæ primæ. Similiter ſi alius ducatur per polos circulus, æquatorem ſecans in triceſimo ab Meridiano Univerſali gradu, hic erit circulus horæ ſecundæ,

ad

ad quem cuni Meridianus loci alicujus pervenerit, numeratur ibi hora Secunda à Meridie. Similiter ſi per ſingulos quindecim æquinoctialis gradus, & Polos duci concipiantur circuli, dicuntur illi *Horarii*, & æquinoctialem in viginti quatuor partes divident. Et unuſquiſque ordine ſuo horam determinat in loco aliquo numeratam, quando Meridiani iſtius loci planum cum plano circuli Horarii coinciderit. Verbi gratiâ, cum Meridianus loci coincidit cum circulo, qui angulum cum Meridiano Univerſali facit 75 graduum, numerabitur in illo loco hora quinta poſt Meridiem. Quando verò 90 gradus à Meridiano per Solem tranſeunte diſtat, fit hora Sexta poſt Meridiem. Verùm ſi Meridianus loci ut immotus ſpectetur, circulumque per polos & Solem tranſeuntem concipiamus unà cum Sole motu angulari circa Axem Telluris ferri, ut apparenter fit; quando circulus ille coincidet cum circulo, qui angulum quindecim graduum cum Meridiano loci facit, erit hora prima, & circulus cum quo coincidit, dicitur Horarius primus: huic proximus cum Meridiano loci angulum triginta graduum conſtituens, erit circulus horæ ſecundæ; qui angulum 45 graduum cum Meridiano facit eſt circulus horæ Tertiæ, atque ita deinceps.

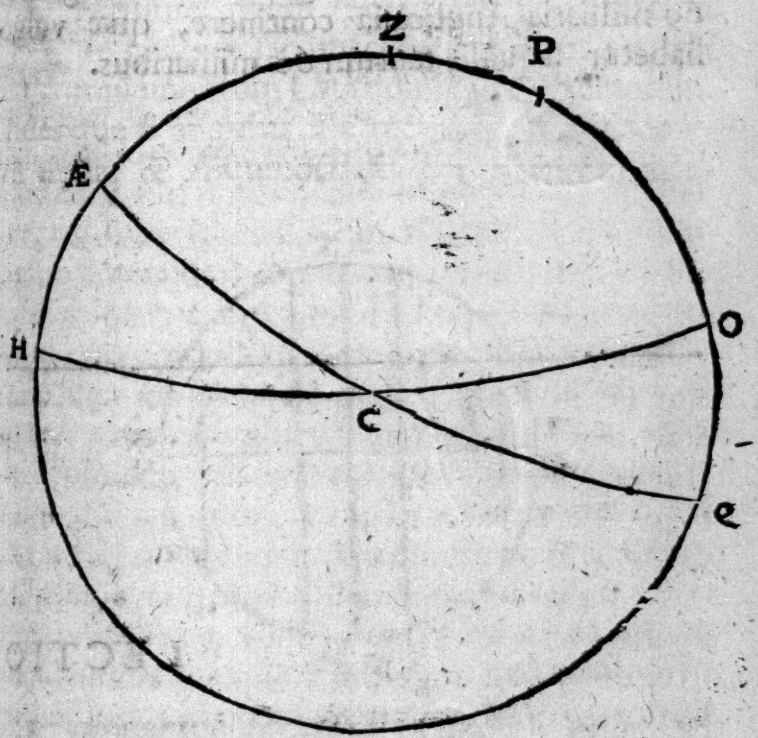
Circuli Horarii.

Altitudo ſeu Elevatio Poli æqualis latitudini loci.

In quolibet Terræ loco, Altitudo Poli ſeu ejus Elevatio ſupra Horizontem æqualis eſt Latitudini loci. Sit circulus H Z Q Meridianus, H C O Horizon, Æ C Q æquator, Z Zenith, & P Polus, Altitudo poli ſeu ejus diſtantia ab Horizonte eſt arcus P O, & Latitudo loci eſt Z Æ

arcus

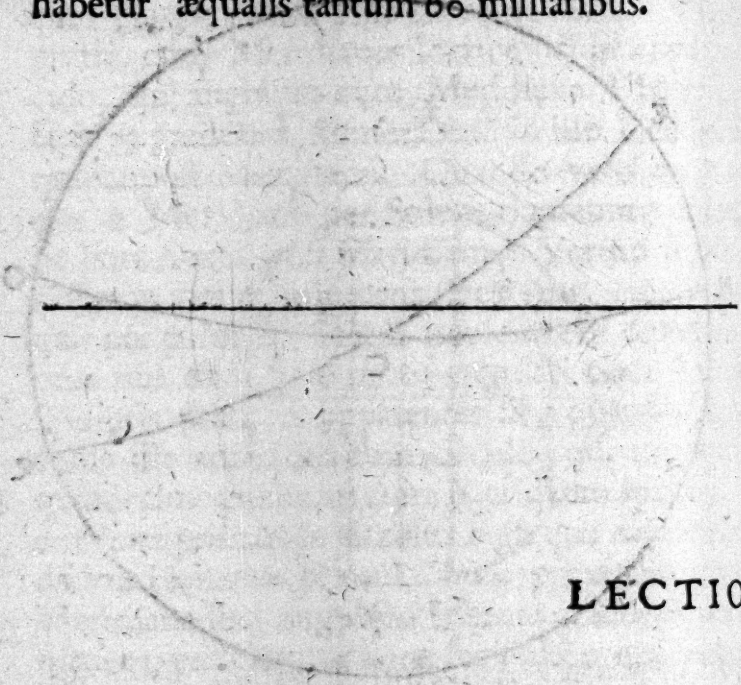
arcus. Et quoniam arcus P Æ inter polum & æquatorem est circuli quadrans, & arcus Z O inter Zenith & Horizontem interceptus est quoque circuli quadrans, erunt arcus P Æ Z O inter se æquales; Communis auferatur arcus



Z P, & restabunt arcus Z Æ P O inter se æquales; hoc est, Latitudo loci æqualis erit Elevationi seu Altitudini Poli supra Horizontem.

Hinc habemus methodum Telluris Perimetrum dimetiendi. Nam si pergamus recta versus Boream, donec Elevatio Poli uno gra-

du creſcat, & deinde itineris percurſi menſura quæratur in milliaribus, dabitur numerus milliarium, quæ ſunt in uno gradu Peripheriæ maximi in Tellure circuli, hic numerus per 360 multiplicatus dabit numerum milliarium in toto Perimetro Telluris, & accuratiſſimis menſuris invenitur Longitudo unius gradûs 69 milliaria Anglicana continere, quæ vulgò habetur æqualis tantùm 60 milliaribus.

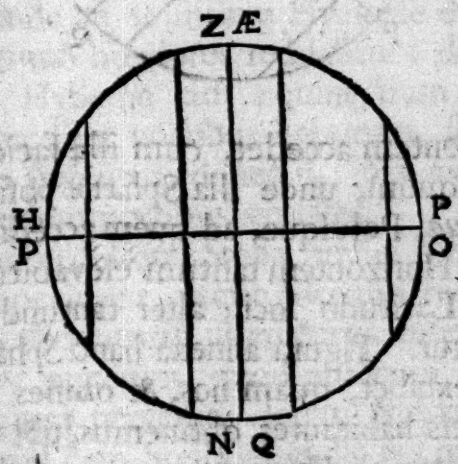


LECTIO

LECTIO XIX.

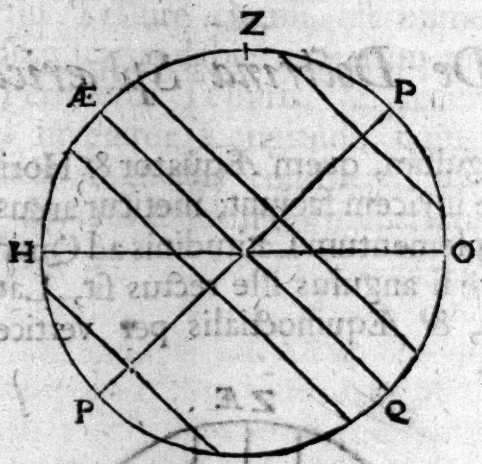
De Doctrina Sphærica.

ANgulum, quem Æquator & Horizon cum se invicem faciunt, metitur arcus ÆH, qui est complementum Latitudinis ad Quadrantem. Adeoque si angulus ille rectus sit, Latitudo erit nulla, & Æquinoctialis per verticem incedet: omnesque Æquatoris Paralleli erunt ad Horizontem recti, ideoque hæc Sphæræ positio *Recta* dicitur, in quâ paralleli omnes ab Horizonte in partes æquales secantur; unde mora cujusvis stellæ supra horizontem æqualis est tempori quo infra eundem deprimitur; poli hîc in Horizontem procumbunt, uti figurâ manifestum est, ubi punctum æquinoctialis Æ cum vertice seu Zenith coincidit, & Poli P p cum punctis Horizontis H O congruunt.



Sphæra Recta.

Si ab Æquatore versùs alterutrum polum recedamus, Æquator quoque à vertice recedet, &



ad Horizontem accedet, cum illâ faciens angulum obliquum, unde illa Sphæræ positio dicitur *Obliqua*, Poluſque, ad quem acceditur, semper ſupra Horizontem tantùm elevabitur, quantùm eſt Latitudo loci; alter tantundem infra deprimetur. Figura annexa hanc Sphæræ poſitionem exhibet, quam nos, & omnes in Zonis temperatis habitantes, obtinemus, ubi æquator Æ Q biſecatur ab Horizonte, ut in Sphærâ Rectâ, quapropter ubi Sol illum circulum motu apparenti diurno decurrit, diem facit nocti æqualem; at Æquatoris Paralleli non bifariam ab Horizonte ſecantur, ſed qui ſunt verſùs Polum elevatum; ſinguli majorem partem habebunt ſupra Horizontem extantem, minorem infra depreſſam, & quò polo propior quilibet circulus, eò major ejus pars ſupra Horizontem extabit, & qui minus à polo diſtant quàm eſt Latitudo

Sphæra obliqua.

titudo loci, toti ſupra Horizontem attolluntur. Contrarium accidit parallelis verſus Polum depreſſum ſitis, quorum portiones majores infra Horizontem jacent, minores ſupra elevantur; & qui Polo illi propiores ſunt quàm eſt Latitudo loci, perpetuò unà cum Stellis, quæ in iis includuntur, ſub Horizonte latent, & nunquam fiunt conſpicui. Hinc neceſſe eſt, cum Sol quotidie parallelum aliquem decurrat, ut ab æquinoctio verno ad Solſtitium æſtivum dies continuo incremento noctes exſuperent; poſt Solſtitium decreſcant ad æquinoctium autumnale; deinde ad Solſtitium Hyemale dies noctibus continuò breviores reddantur; denique à Solſtitio Hyberno ad æquinoctium vernum, dies adhuc ſunt noctibus breviores, ſed rurſus continuò augentur, donec in ipſo æquinoctio fiunt tandem noctibus æquales.

In Sphærâ obliquâ Stellæ omnes obliquè oriuntur & occidunt, utque Aſcenſio recta Stellæ eſt arcus Æquatoris interceptus inter initium Arietis & punctum, quod unà cum Stellâ ad Meridianum pervenit, ſeu in Sphærâ rectâ, quod ſimul cum Stellâ aſcendit vel oritur: Sic *Aſcenſio obliqua* eſt arcus Æquatoris interceptus inter initium Arietis & punctum æquatoris, quod cum Stellâ oritur in Sphærâ obliquâ, eodem ordine numeratus, quæ pro variâ Sphæræ obliquitate varia erit. Aſcenſionis Rectæ & obliquæ differentia dicitur *Differentia Aſcenſionalis.*

Aſcenſio obliqua.

Differentia Aſcenſionalis.

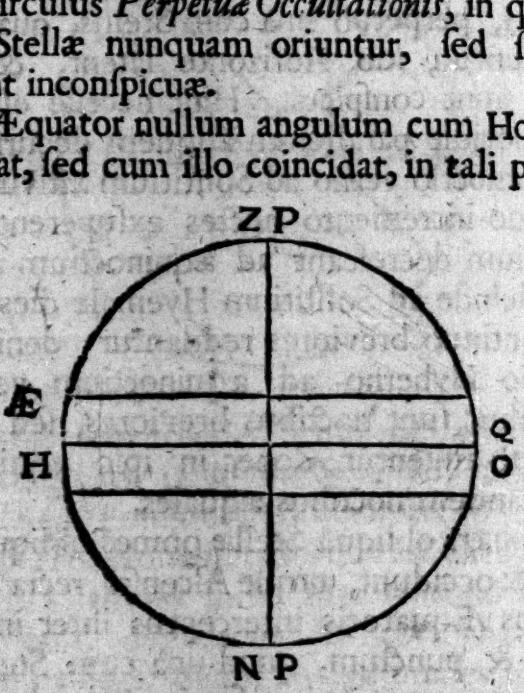
In Sphærâ obliquâ eſt parallelus tantùm à Polo elevato diſtans, quantùm eſt latitudo loci, qui *Circulus perpetuæ Apparitionis* nominatur, ſeu

Circulus perpetuæ Apparitionis.

seu *circulus semper apparentium maximus*, intra quem comprehensæ Stellæ nunquam oriuntur, aut occidunt, sed tamen nunc altiùs ascendunt, nunc humiliùs factæ ad Horizontem propiùs accedunt. Huic ad alterum Polum est oppositus circulus *Perpetuæ Occultationis*, in quo inclusæ Stellæ nunquam oriuntur, sed semper manent inconspicuæ.

Si Æquator nullum angulum cum Horizonte faciat, sed cum illo coincidat, in tali positio-

Sphæra Parallela.



ne polus quoque cum Zenith congruet, & æquatoris paralleli omnes erunt Horizonti paralleli, ideo talis sphæræ *Positio Parallela* dicitur, in quâ nullæ fixæ oriuntur aut occidunt, sed in circulis Horizonti parallelis perpetuos gyros ducunt. Sol præterea cum ad æquinoctialem pervenerit, Horizontem lambit, exinde versus Polum elevatum digrediens nusquam occidit, sed diem facit longissimum sex mensium. At ubi ab æquatore recesserit Sol versus oppositum Polum, è contrario nunquam oritur, noxque

que illis durat per alteros ſex menſes. Hunc Sphæræ ſitum obtinent, qui ſub Polis degunt, ſi qui forte ſint, qui has colant regiones.

Diviſio Telluris per Paralelos & Climata.

Veteres Geographi Regiones Telluris per *Parallelos* & *Climata* diſtinguebant; cum enim in Sphærâ Rectâ, ſeu ſub æquinoctiali dies noctibus perpetuò æquantur, ſi inde pergamus verſus alterutrum Polum, dies æſtate fiunt noctibus longiores, & quò magis ad Polum accedamus, eò longiores ſunt dies longiſſimi, donec ſub ipſis circulis polaribus nulla eſt nox. Hinc per parallelos Æquatoris, qui augmenta dierum horæ quadrantibus notabant, Tellurem diviſerunt Geographi. Hoc eſt, Paralleli illi tantùm à ſe invicem diſtabant, quantò opus ſit, ut maxima dies augeatur horæ quadrante de parallelo in parallelum. Poſito ergo Æquatore primo parallelo, ſecundus per ea Terræ loca tranſibat, ubi dies longiſſima eſt horarum $12\frac{1}{4}$. Tertius ubi dies eſt horarum $12\frac{2}{4}$. Quartus ubi ille 12 horis cum tribus partibus quartis adæquat; atque ita denuo. Duo autem ejuſmodi paralleli *Clima* conſtituebant; quæ proinde climata ſemihoræ augmento diſtinguuntur. Poteſt vero exceſſus diei Solſtitialis ſupra 12 horas continuò augeri, magis magiſque ad elevatum Polum accedendo, donec ad Polarem circulum perventum fuerit, & ibi Tropicus unico puncto Horizontem tangens totus eminet, & Sol illum decurrendo, non occidit; quare dies erit horarum viginti quatuor, qui excedit æquinoctialem diem horis duodecim, ſeu viginti quatuor ſemihoris, vel quadraginta & octo horæ quadrantibus, unde conficitur tandem numerus

climatum inter æquinoctialem & Polarem esse viginti quatuor, & Parallelorum esse quadraginta & octo.

Cum Veterum Annus parum cum motu Solis apparenti congruebat, ex dato die mensis quo factum aliquod notabant, non statim exinde patebat, quâ anni tempestate illud evenit. Igitur quando Agricolæ in re Rusticâ aliquod faciendum in stato tempore præcepiebant, tempus illud non per diem Kalendarii Civilis indicabant, quippe eadem dies mensis civilis non semper quolibet anno in eâdem Anni tempestate incidebat. Sed certioribus opus fuit Characteribus, ad tempora distinguenda. Itaque Agricolæ, Rei Rusticæ scriptores, Hisiorici, & Poetæ tempora per ortus & occasus Stellarum designabant. Ortûs & occasûs Stellarum vulgò numerantur species tres; *Cosmicus*, *Achronicus* & *Heliacus*. Oriri dicitur aut occidere Stella cosmicè, quæ oritur aut occidit oriente Sole; ita Stella quæ oritur aut occidit mane, cosmicè oritur aut occidit. Achronicè autem oritur Stella, quæ oritur occidente Sole, hoc est quæ vesperi oritur, quando Soli opponitur & totâ nocte fit conspicua.

Stellarum ortus & occasus eorumque species.

Stella oritur Heliacè, quando è Solis radiis emergens, tantùm ab illo distat, ut videatur mane ante Solis ortum, Sole nimirum motu apparente a Stellâ versùs ortum recedente. Occasus autem Heliacus est, quando Sol ad Stellam accedere incipit, illamque radiis suis condens inconspicuam reddit, inde Ortus & Occasus Heliacus potiùs Apparitio, aut Occultatio dici debent.

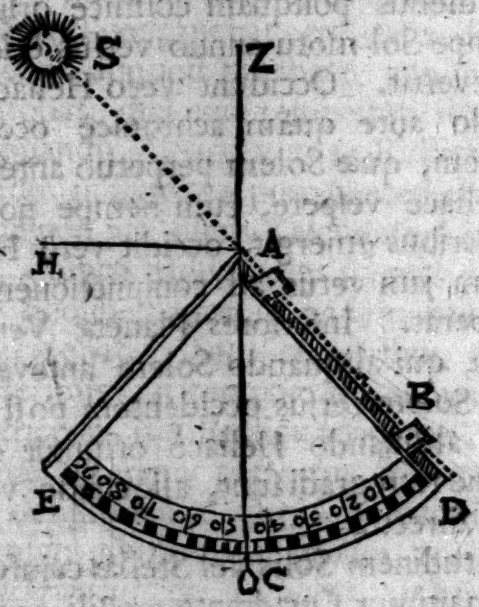
Stellæ

Stellæ omnes fixæ in Zodiaco ſitæ, item Planetæ ſuperiores, Mars, Jupiter & Saturnus oriuntur Heliacè mane, paulo ante Solis ortum, & paucis diebus poſtquam coſmicè oriuntur; quos nempe Sol motu annuo verſùs orientem facto antevertit. Occidunt vero Heliacè veſpere, paulo ante quàm achronicè occidunt. Luna autem, quæ Solem perpetuò antevertit, oritur Heliacè veſpere, cum nempe nova ex radiis Solaribus emergit, occidit vero Heliacè mane, cum jam vetus ad conjunctionem cum Sole properat. Inferiores Planetæ Venus & Mercurius, qui aliquando Solem antevertunt, aliquando Solem verſùs occidentem poſt ſe relinquunt, aliquando Heliacè oriuntur mane, cum nempe retrogradi ſunt, aliquando veſpere cum ſunt directi.

Quomodo Altitudo Solis vel Stellæ obſervatur.

Ad Altitudinem Solis vel Stellæ cujuſvis exquirendam utimur Quadrante mobili, EAD cum dioptris fixis A, B, vel Teleſcopio in alterutro latere collocato, & filo AC pondere inſtructo ex centro perpendiculariter pendente; & Quadrans in ſitu verticali compoſitus ſurſum deorſumque vertatur, donec lux Solis per foramen anterioris dioptræ in foramen poſterioris radiat, in quo ſitu ſi ſiſtatur Quadrans, filum oſtendit arcum EC altitudini Solis ſimilem. Nam producatur AZ ad Zenith, ſitque AH linea Horizontalis, Anguli EAB ZAS ſunt æquales, uterque rectus enim eſt. Sed anguli BAC ZAS ſunt quoque æquales, nam ad verticem ſunt, quare demptis æqualibus erit angulus EAC æqualis angulo SAH; angulum autem EAC metitur arcus Quadrantis EC, & angulum SAH metitur arcus verticalis circuli inter Solem

lem & Horizontem interceptus, unde arcus ille erit ſimilis arcui E C. Si Altitudo Stellæ ca-



pienda ſit, loco irradiationis Solis, oculari intuitu Stellam per foramina Dioptrarum comprehendimus, & filum ut ante indicabit quæſitam altitudinem. Inventio Altitudinis Meridianæ Solis vel Stellæ habetur ſæpius obſervando & notando, quando illa maxima eſt; Nam maxima altitudo Solis vel Stellæ eſt in Meridiano

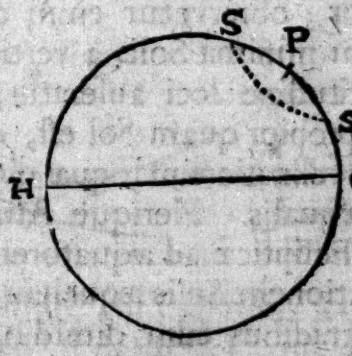
Inventio Latitudinis loci.

Latitudinis loci cognitio eſt fundamentum omnium obſervationum Aſtronomicarum, adeoque in primis neceſſe eſt, ut illa accuratè habeatur; Cumque oſtenſum ſit Altitudinem Poli eidem æqualem eſſe, illa optimè obtinetur per obſervationem Altitudinis Poli; verùm cum Polus ſit tantùm punctum Mathematicum inobſervabile, ejus Altitudo non eodem modo ac

Solis

Solis aut Stellæ, ſimplici viâ per Quadrantem exquiri poteſt; alia itaque adhibenda eſt methodus ut illa cognoſcatur. Et primê invenienda eſt ſectio Plani Meridiani cum Horizonte, quæ Linea Meridiana dicitur; quæ fit erigendo Gnomonem, cujus radici ſeu puncto, apici directè ſubjecto ut centro, deſcribatur circuli circumferentia, in quam Apicis umbra ante Meridiem incidat, & notetur punctum circumferentiæ in quod umbra cadit: Rurſus poſt Meridiem notetur punctum in eâdem circumferentiâ, ubi Apicis umbra ad illam pertingat, & Recta ducta ex centro circuli ad punctum, quod biſecat arcum inter notata puncta interjectum, erit linea Meridiana; Nam Sol ante & poſt Meridiem æquialtus æqualiter à Meridiano diſtat. Collocetur igitur Quadrans ſuper lineâ Meridianâ hoc eſt in plano Meridiani, & Stellæ alicujus,

Lineæ Meridianæ Inventio.



quæ nunquam occidit, obſervetur altitudo maxima S o, item minima, s o, Altitudinum differentia erit arcus S s, cujus ſemiſſis P s addita altitudini minimæ, vel ab Altitudine maximâ ſubducta, dabit P o altitudinem Poli ſupra Horizontem, quæ æqualis eſt Latitudini loci.

Si habeatur Solis Theoria, ex cognitâ Declinatione Solis inveniri potest Latitudo loci, observando distantiam Solis à vertice Meridianam; est enim illa complementum altitudinis ejus, ad quam si addatur declinatio Solis, cum Sol & locus versùs eundem polum ab æquatore distant, aut si Declinatio Solis subducatur ab ejus distantiâ a vertice, cum Sol & locus siti sint ad partes æquatoris contrarias, & habebitur Latitudo loci. Verum si Solis declinatio major sit Latitudine loci, quod cognoscitur quando Sol à Polo elevato minùs distat quàm vertex loci, ut in locis in Zonâ Torridâ sitis sæpe fit, differentia inter Declinationem Solis & ejus à vertice distantiam est Latitudo loci.

Obtentâ semel Latitudine loci, Obliquitas Eclipticæ seu ejus Inclinatio ad Æquatorem facile habetur; observetur enim circa Solstitium æstivum minima Solis à vertice distantia. Hæc si à Latitudine loci auferatur, modò locus sit polo propior quàm Sol est, dabit maximam Solis declinationem; quæ obliquitati Eclipticæ est æqualis. Plerique Astronomi inclinationem Eclipticæ ad æquatorem, seu maximam declinationem Solis æqualem faciunt viginti tribus gradibus cum dimidio, sed accuratissimæ observationes hodiernæ illam uno minuto minorem esse evincunt.

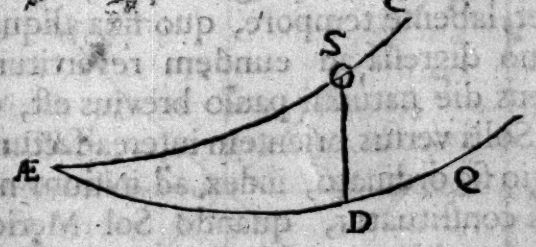
Declinatio Solis observatione cognoscitur.

Eâdem prorsus methodo observari potest Solis pro quâlibet Meridiei, vel etiam sideris cujusvis declinatio: Nempe quando Sol vel Sidus æquatori propior est quàm locus, capiatur differentia inter Latitudinem loci & distantiam

tiam ſideris à vertice, quæ reſtat quantitas erit declinatio ſideris ; at ſi vertex loci inter ſidus & æquatorem ſitus ſit, declinatio ſideris erit harum quantitatum ſumma.

Datâ declinatione Solis, facillimè habetur ejus Aſcenſio recta & locus in Eclipticâ per reſolutionem trianguli rectanguli Sphærici : ſit enim Æ Q æquinoctialis circulus, Æ C Ecliptica & Sol, à quo ad æquinoctialem demiſſo circulo perpendiculari S D erit arcus S D Solis declinatio, & proinde in triangulo rectangulo SDÆ, ex datis S D & angulo Æ, inclinatione Eclipticæ ad æquatorem dabitur per Trigonometriam Sphæricam, arcus Æ D Solis Aſcenſio recta, & Æ S locus Solis in Eclipticâ : Quinetiam angulus Æ SD inclinatio circuli declinationis ſeu Meridiani ad Eclipticam. Quinetiam in eodem triangulo

Solis aſcenſio recta Longitudo, declinatio, & angulus Eclipticæ & Meridiani, ex quibus datis & quo pacto invenicantur.



Æ S D rectangulo, cum angulus Æ conſtans ſit & immutabilis ; ſi detur vel latus Æ D Aſcenſio recta, invinere poſſumus declinationem D S & Longitudinem puncti S, quod unà cum D ad Meridianum appellit, mediumque cœli dicitur, & angulum DSC, qui eſt inclinatio Meridiani ad Eclipticam. Vel ſi detur Æ S Longitudo puncti S, exinde quoque reliqua invenere poſſumus,

sumus, scil. Æ D Ascensionem rectam, D S Declinationem puncti S, & D S C angulum Ecliptica & Meridiani.

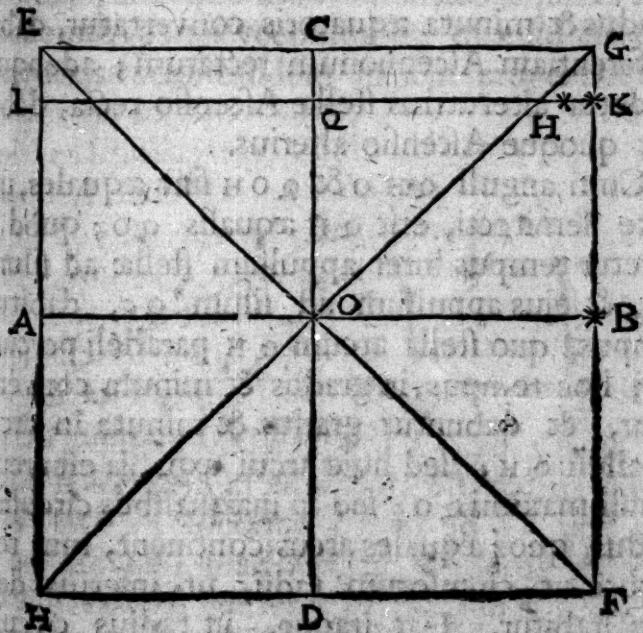
Si quotidie methodo ostensâ observetur Solis Declinatio, dabitur motus Solis apparens in Ecliptica, cui æqualis est motus Terræ realis interea factus; & observationibus deprehensum est, Solem non æquabili motu in Ecliptica incedere, adeoque Telluris motus realis circa Solem inæquabilis erit, & in solstitiis nostris æstivis tardiùs progreditur Terra, in Hybernis velociùs, eâ vero lege perpetuò incedit ut, in Ellipseos perimetro feratur, radiisque ad Solem in ejus umbilico locatum per illam ductis semper describat areas temporibus proportionales.

Gnomond Ascensiones rectæ & Declinationes fixarum inveniuntur.

Ex dato loco Solis in Ecliptica, Horologii automati ope, inveniuntur Ascensiones rectæ fixarum; quod ut fiat, motus Horologii sic temperandus est, ut index viginti quatuor horas numeret, labente tempore, quo fixa aliqua à Meridiano digressa ad eundem revertitur, quod tempus die naturali paulo brevius est, ob motum Solis versùs orientem interea factum; Horologio sic ordinato, index ad initium numerationis constituatur, quando Sol Meridianum occupat. Notetur deinde tempus Horologio indicatum, quando stella aliqua eundem Meridianum attingit; horæ earumque partes ab indice percursæ in partes æquatoris conversæ dabunt intervallum Ascensionum Solis & fixæ, quod additum ascensioni rectæ Solis exhibet fixæ Ascensionem rectam quæsitam. Datâ autem unius cujusvis stellæ Ascensione rectâ, dantur reliquarum omnium ascensiones. Nempe observan-

ſervandum eſt tempus, Horologio prædicto notatum, inter appulſum ſtellæ, cujus Aſcenſio recta data eſt, & appulſum alterius cujuſvis ſtellæ ad eundem Meridianum; & hoc tempus in gradus & minuta æquatoris converſum dabit aſcenſionum differentiam, & proinde ipſa Aſcenſio ſtellæ dabitur.

Sed ex datâ unius cujuſvis ſtellæ Aſcenſione rectâ, aliarum Aſcenſiones optimè habentur methodo ſequenti, ubi non opus eſt ut exſpectetur appulſus ſtellæ ad Meridianum, ſed ſolummodò Teleſcopium eſt adhibendum in cujus foco aptantur fila quatuor, quorum duo AB, CD, ſeſe perpendiculariter ſecent, reliqua duo EF, GH his ad angulos ſemirectos inſiſtant in communi ſecti-



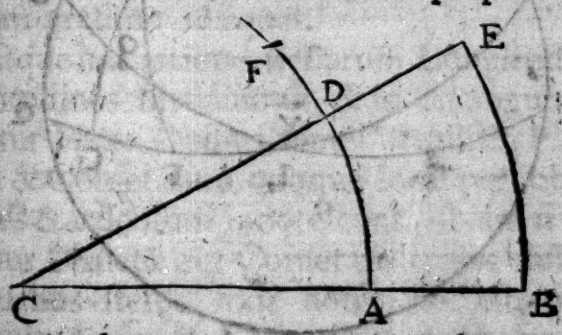
one O. Quibus conſtructis dirigatur Teleſcopium ad ſtellam aliquam, cujus aſcenſio recta & declinatio

natio notæ ſint. Atque continuò vertatur Teleſcopium, donec in filo A B videatur ſtella, ejuſque motus apparens fiat ſecundum rectam AB, in quo ſitu recta A B exponet portionem paralleli, quem ſtella motu diurno apparenti percurrere videtur, cumque C D hanc ad rectos angulos ſecat, illa circulum aliquem horarium exponet: In hoc ſitu figatur Teleſcopium, & notetur ope Horologii tempus, quo ſtella cujus Aſcenſio nota eſt lineam C D attingit. Deinde obſervetur in Teleſcopio alia quælibet ſtella, illa in rectâ aliquâ L K, ad A B parallelâ ferri videbitur, & notetur tempus, quando ad circulum horarium C D in Q pervenerit. Differentia temporis inter appulſum prioris ſtellæ & hujus, ad eundem circulum horarium C D, ſi in gradus & minuta æquatoris convertatur, dabit differentiam Aſcenſionum rectarum; adeoque ſi detur alterutrius ſtellæ Aſcenſio recta, dabitur quoque Aſcenſio alterius.

Cum anguli Q H O & Q O H ſint æquales, utpote ſemirecti, erit Q H æqualis Q O; quòd ſi notetur tempus inter appulſum ſtellæ ad filum O G, & ejus appulſum ad filum O C, dabitur tempus, quo ſtella arcum Q H paralleli percurrit; hoc tempus in gradus & minuta convertatur, & dabuntur gradus & minuta in arcu paralleli Q H; ſed huic arcui æqualis eſt arcus circuli maximi Q O; ſed in inæqualibus circulis, gradus, quos æquales arcus continent, ſunt reciprocè ut circulorum radii, ut inferiùs demonſtrabitur. Fiat itaque, ut radius circuli maximi, ad radium paralleli I K, qui à radio paralleli noti O B non ſenſibiliter differt; hoc eſt,

ut Radius ad ſinum diſtantiæ ſtellæ à polo, ita numerus graduum & minutorum in arcu Q H, ad numerum graduum & minutorum in arcu Q O, qui proinde dabuntur; ſed eſt arcus Q O differentia declinationum ſtellæ parallelum Q K deſcribentis, & illius quæ deſcribit parallelum O B; unde datâ unius ſtellæ declinatione, dabitur declinatio alterius. Hâc methodo plurimarum ſtellarum Aſcenſiones rectæ & declinationes inveniri poſſunt.

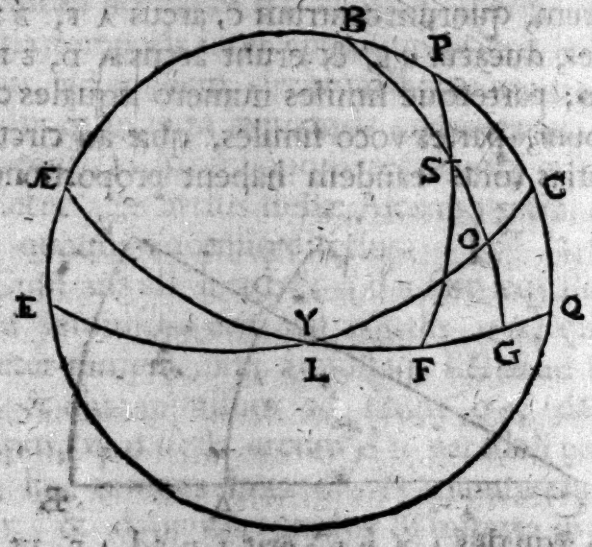
Quòd in inæqualibus circulis numeri partium ſimilium in arcubus æqualibus ſunt reciprocè ut radii, ſic demonſtratur. Sint inæqualium circulorum, quorum centrum C, arcus A F, B E æquales, ducatur C E, & erunt arcus A D, E B ſimiles; parteſque ſimiles numerò æquales continebunt, partes voco ſimiles, quæ ad circumferentias totas eandem habent proportionem;



& ob æquales A F, B E; erit A D ad A F, ut A D ad B E, ſed ut A D ad B E, ita eſt, radius C A ad radium C B; adeoque A D eſt ad A F, ut C A ad C B; ſed eſt A D ad A F, ut numerus partium in A D, hoc eſt numerus partium in B E, ad numerum partium ſimilium in A F; quare erit numerus partium in B E, ad numerum ſimilium partium in A F, ut C A ad C B.

Quomodo inveniuntur fixarum Longitudines & Latitudines.

Datâ ſtellæ Aſcenſione rectâ, & declinatione, ejus Longitudo & Latitudo inveniuntur, per reſolutionem Trianguli Sphærici. Nam per polos Æquinoctialis & Eclipticæ B P, tranſeat circulus P B Æ Q, is erit Colurus Solſtitiorum. Sit Æ Q Æquinoctialis circulus, E G Ecliptica, quorum communis ſectio ſit ♈ ſitque ſtella s, per quam & polum ducatur circulus declinationis P S F, cum æquatore conveniens in F, erit ♈ F Aſcenſio recta ſtellæ, & S F ejuſdem declinatio; ducatur per polum Eclipticæ B, & ſtellam circulus Latitudinis B S O, cum Eclipticâ conveniens in O; erit ♈ O Longitudo ſtellæ, & S O ejus



Latitudo. In triangulo Sphærico B P S datur P S arcus, qui eſt complementum declinationis datæ, item arcus B P, qui metitur inclinationem Eclipticæ ad Æquatorem, datur præterea angulus F P Q quem metitur arcus F Q, complementum Aſcenſionis rectæ; adeoque datur angulus B P S, in triangulo B P S; ex tribus datis invenitur primò

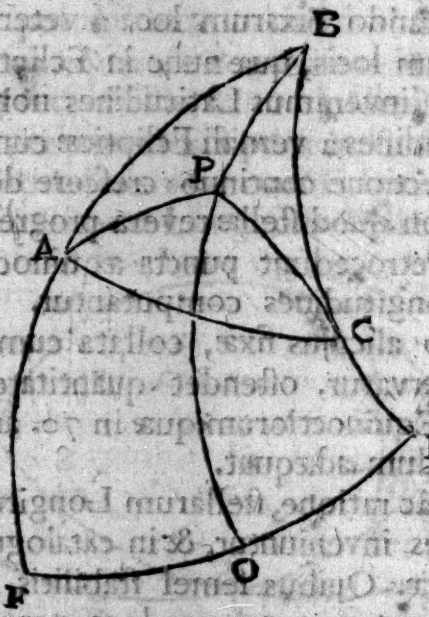
primó angulus PBS, cujus mensura est o c, & ejus complementum ad quadrantem est arcus ♈ o Longitudo stellæ, & invenietur præterea B s, cujus complementum ad quadrantem est s o Latitudo stellæ quæsita. Similiter ex notis Longitudine & Latitudine stellæ possumus Ascensionem rectam & declinationem exquirere.

Comparando Fixarum loca á veteribus observata, cum locis, quæ nunc in Ecliptică obtinent Fixæ, invenimus Latitudines non mutari, at Longitudines à vernali Eclipticæ cum æquatore intersectione continuò crescere deprehendimus; non quòd stellæ revera progrediuntur, sed quòd retrocedunt puncta æquinoctialia, à quibus Longitudines computantur. Pristina Longitudo alicujus fixæ, collata cum eâ quæ hodie observatur, ostendet quantitatem præcessionis Æquinoctiorum, quæ in 70. annis ferè unum gradum adæquat. *Fixarum Longitudines continuo crescunt, Latitudines non item.*

Atque hâc ratione, stellarum Longitudines & Latitudines inveniuntur, & in catalogum rediguntur Fixæ. Quibus semel stabilitis, Planetarum & Cometarum quoque loca per observationes & calculum innotescunt. Nam si observentur Planetæ aut Cometæ alicujus distantiæ, à duabus stellis fixis notis; hoc est, quarum Longitudines & Latitudines notæ sunt, hoc pacto exquiritur Planetæ aut Cometæ Longitudo & Latitudo ad tempus observationis.

Sit E F Eclipticæ portio, cujus polus B, A & C duæ stellæ quarum Longitudines & Latitudines sunt datæ, sitque P Planeta cujus distantiæ à duabus stellis A & C observatione notæ sint. In triangulo A B C, ex datis A B, C B complementis

Latitudinum ſtellarum & angulo A B C, cujus menſura eſt arcus E F, differentia longitudinum, dabitur A C diſtantia ſtellarum, & angulus B C A. In triangulo A P C, dantur omnia Latera, unde invenietur angulus P C A, quo ex angulo B C A ſubſtracto, relinquetur angulus B C P. Denique



in triangulo B C P, dantur B C, C P latera, & angulus B C P, quare dabitur angulus C B P, cujus menſura eſt arcus O E, differentia longitudinum ſtellæ C & Planetæ P, item dabitur arcus B P, qui eſt Complementum Latitudinis Planetæ.

Eâdem ratione, ſi obſerventur diſtantiæ alicujus Phænomeni à duabus fixis, quarum Aſcenſiones rectæ, & declinationes notæ ſunt, dabitur exinde Aſcenſio recta & Declinatio Phænomeni.

LECTIO

LECTIO XX.

De Crepuſculis, & Siderum Refractione.

PRæter alia innumera Atmoſphæræ beneficia, hoc etiam commodi ex illâ nobis derivatur, quòd lucente Sole, cœli noſtri faciem undique lucidam & ſplendentem reddat. Nam ſi Tellurem nulla ambiret aut involveret Atmoſphæra, ea ſola cœli pars luceret, quam Sol occupat; averſâ à Sole ſpectatoris facie, is nocturnas tenebras ſtatim ſentiret, & interdiu lucente Sole, minimæ etiam ſtellæ micarent; cum nullum foret corpus Solis radios ad noſtros oculos reflectens; & radii illi omnes, qui non in ipſam Telluris ſuperficiem impingant, oculos præterlabentes, aut Planetas & alias ſtellas illuminarent, aut in ſpatium ſeſe ſpargentes infinitum, ad nos nunquam detorquerentur.

Aer cœlum lucidum reddit.

Verum circumfuſa Telluri Aſmoſphæra, à Sole validè illuſtrata, lucis radios ad nos repercutiens, cœlum omne clareſcere facit; & inde fit, ut Atmoſphæræ ſplendore, ſtellarum lumen obſcuretur & offundatur.

Sublatâ Atmoſphærâ, ex clariſſimâ luce denſiſſimis tenebris in momento involveremur.

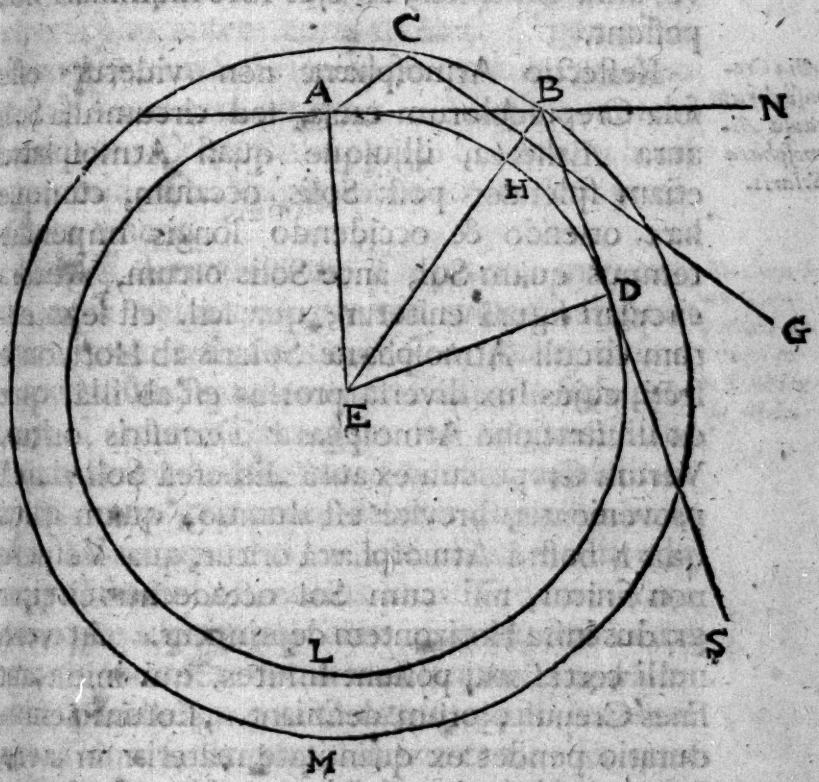
Præterea, ſublatâ Atmoſphærâ, immediatè ante Solis occaſum ſplendidiſſimè luceret Sol, at in momento, cum occidit, ſtatim denſiſſimæ ingruerent tenebræ: tamque ſubitaneus noctis adventus, & a luce ad tenebras tranſitus, parum

rum Terricolis commodus eſſet. Sed per Atmoſphæram fit, ut poſt Solis occaſum, etſi nulli directi ad nos pervenire poſſunt Solares radii, reflexâ tamen luce per aliquod tempus fruamur, & non niſi paulatim obrepunt noctis tenebræ. Nam poſtquam Tellus Vertigine ſuâ nos è Solis conſpectu ſubduxerit, nobis ſublimior Aer ab illo illuſtratus manet, cœlumq; omne ejus luce perfunditur. Verum magis magiſque deſcendente Sole, minus continuò illuſtratur aer; adeo ut poſtquam decimum octavum infra Horizontem attigerit Sol gradum, Atmoſphæram ulterius illuſtrare deſinit, & aer totus tenebreſcit.

Crepuſculorum cauſa. Similiter mane, cum Sol ad decimum octavum ab Horizonte gradum pervenerit, incipit Atmoſphæram illuminare, cœlumque luce perfundere, quæ uſque ad Solis ortum continuò creſcit. Crepera illa & dubia lux mane ante Solis ortum & Veſpere poſt ejus occaſum conſpicua *Crepuſculum* dicitur & ab Atmoſphæræ illuminatione oritur.

Quod ut clariùs eluceſcat, ſit A D L circulus in Telluris ſuperficie, concentricus verticali in quo Sol infra Horizontem exiſtit, circa quem ſit alius circulus CBM, includens in eodem plano aeris portionem, quæ radios Solis poteſt reflectere, & oculus ſit in ſuperficie Telluris in A, cujus Horizon ſenſibilis ſit A N : Cum nulla recta duci poteſt ad A, inter tangentem A N & circulum A D *per* 16 *El. tertii.* Sole infra Horizontem depreſſo, nulli radii poſſunt ad oculum in A directè pertingere. Verum Sole in rectâ G ç exiſtente, ab illo duci poteſt recta, quæ in Atmoſphæræ particulam ç incidat, ibique poteſt radius

radius in A C reflecti, & oculum in A ingredi; atque hâc ratione Solis radii infinitas Atmoſphæræ particulas illuſtrantes ab iiſdem in ocu-



lum detorquentur. Tangens A B occurrat ſuperficiei aeris, lucem reflectentis in B puncto, a quo ducatur B D circulum Telluris tangens in D, ſitque Sol in hâc lineâ, tunc Radius S B in B A reflectetur, & oculum ingredietur, ob angulum D B E incidentiæ æqualem angulo reflectionis A B E; eritque ille radius, qui primus mane ad oculum pervenire poſſit, & tunc Crepuſculum Matutinum, ſeu Aurora

incipit, vel ultimus Veſpere, qui ibidem pertinget, in quo caſu erit Crepuſculi finis. Nam Sole inferiùs deſcendente, particulæ aeris ad B vel ultra exiſtentes, ab ejus luce illuminari non poſſunt.

Alia Crepuſculorum cauſa Atmoſphæra Solaris.

Reflectio Atmoſphæræ non videtur eſſe ſola Crepuſculorum cauſa, ſed circumfuſa Soli aura Ætherea, illiuſque quaſi Atmoſphæra etiam ſplendet poſt Solis occaſum, cumque hæc oriendo & occidendo longis impendit tempus quàm Sol, ante Solis ortum, Aurora circulari figurâ enitetur; quæ ſcil. eſt ſegmentum circuli Atmoſphæræ Solaris ab Horizonte ſecti, cujus lux diverſa prorſus eſt ab illâ, quæ ex illuſtratione Atmoſphæræ Terreſtris oritur. Verum Crepuſculi ex aurâ Æthereâ Soli vicinâ provenientis, brevior eſt duratio, quàm illius quæ à noſtrâ Atmoſphærâ oritur, quæ Veſpere non finitur, niſi cum Sol octodecim circiter gradus infra Horizontem deprimitur. At verò nulli certi ſtatui poſſunt limites, qui initia aut fines Crepuſcolorum definiant. Eorum enim duratio pendet ex quantitate materiæ in aere ſuſpensâ ad lucis reflectionem idoneâ, & ex altitudine aeris. Hyeme frigore condenſatus aer humilis eſt, & exinde citò finiuntur Crepuſcula. Æſtate rarefactus aer altior eſt, & diutiùs à Sole illuſtratur, unde protrahuntur Crepuſcula. Quin etiam duratio Crepuſculi Matutini brevior eſt Veſpertinâ duratione, ob aerem mane denſiorem & humiliorem quàm Veſpere. Cenſentur autem Crepuſcula incipere aut deſinere, quando ſtellæ ſexti ordinis primùm mane deſinunt conſpici vel veſpere fiunt conſpicuæ,

Hyeme Crepuſcula breviora quam Æſtate.

ſpicuæ, quæ priùs ob claritatem aeris latebant.

Ricciolius ex obſervatis à ſe Bononiæ, reperit Crepuſculum matutinum circa Æquinoctia perdurare mane quidem horâ unâ min. 47. veſpertinum autem horis duâbus, & non priùs deſinere, quàm Sol viceſimum primum gradum infra Horizontem attigerit. Æſtivum autem matutinum Crepuſculum circa Solſtitium horis tribus min. 40. Veſpertinum totam ferè ſeminoctem tenere.

Ex durationè Crepuſculi inveniri poteſt Altitudo Aeris.

Hinc ſi detur initium Crepuſculi matutini, aut finis veſpertini, inveniri poteſt altitudo aeris lucem reflectentis. Nam tunc deſinit Crepuſculum, quando lucis Radius à Sole prodiens, Terramque ſtringens ſeu tangens, à ſupremo aere ad obſervatoris oculum reflectitur. Et ex noto tempore, dabitur depreſſio Solis infra Horizontem; ex quâ elicitur altitudo aeris. Sit enim S B, radius lucis Tellurem tangens, quæ à particulâ aeris B, in ſupremâ ejus regione locatâ, reflectatur in lineam A B Horizonti parallelam; erit angulus S B N menſura depreſſionis Solis infra Horizontem. Et quia A B Tellurem quoque tangit, erit angulus A E D ad centrum, æqualis angulo S B N, ſeu depreſſioni Solis, ejuſque dimidium A E B hujus dimidio æquale. Sit Solis (exeunte Crepuſculo) depreſſio octodecim graduum, angulus A E B, fiet novem gr. quod verum eſſet, ſi radius S B, irrefractus Atmoſphæram tranſiiſſet, verùm quoniam radius in aere per Refractionem verſus H incurvatur, minuendus eſt angulus A E B, quantitate æquali refractioni Horizontali Solis, hoc eſt, dimidio circiter gradûs, unde erit anguli

Vide Fig. pag. 300.

guli AEB vera quantitas octo cum dimidio graduum; porro eſt AE ad BH, ut radius ad exceſſum ſecantis anguli AEB, ſupra radium, id eſt, ut 100000, ad 1110. Poſito igitur ſemidiametro Telluris in numeris rotundis 4000, milliarium, quibus quàm proximè eſt æqualis, erit BH altitudo Atmoſphæræ radios Solares reflectentis 44 circiter milliarium: nam ut 100000, ad 1110, ita 4000, ad 44, per regulam proportionis.

In Sphærâ rectâ Crepuſcula breviſſima.

In Sphærâ rectâ Crepuſcula citò finiuntur, ob rectum Solis deſcenſum; in obliquo, longiùs durant, quia obliquè deſcendit Sol; & quò obliquior eſt Sphæra, hoc eſt, quò major eſt loci Latitudo, eò longior eſt Crepuſculi duratio, adeo ut qui ultra 48 gradibus ab æquatore, diſtant, in Solſtitiis æſtivis aerem per totam noctem clareſcentem habent, nulluſque fit Crepuſculorum finis, in quo meræ ſunt tenebræ.

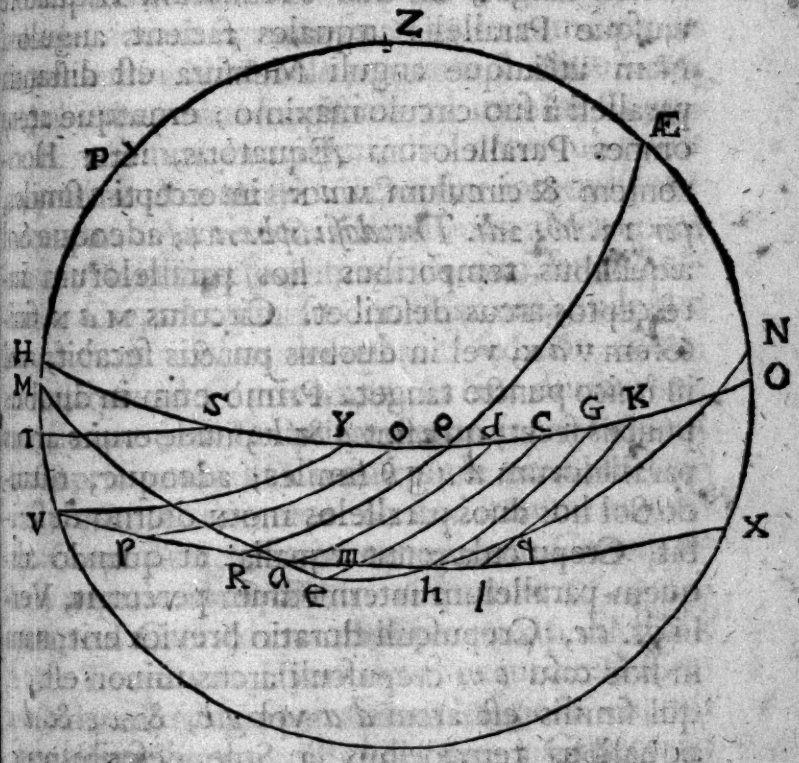
In Sphærâ parallelâ Crepuſcula per plures menſes durant, unde per totum ferè annum Solis lumine vel directo vel reflexo fruuntur incolæ.

Si infra Horizontem concipiatur duci circulus Horizonti parallelus, tantùm ab illo diſtans, quantùm eſt depreſſio Solis, cum finiuntur Crepuſcula; Hic circulus dicitur Crepuſculorum Finitor. Nam quotieſcunque Sol, motu diurno apparente, hunc parallelum tempore matutino attigerit, initium ſumet Crepuſculum matutinum, in quocunque Æquatoris parallelo verſetur Sol. Veſpertinum autem ceſſabit Crepuſculum, cum Sol poſt occaſum, ad eundem Horizontis parallelum pervenerit.

Circulus Crepuſculorum finitor.

Sit

Sit in figurâ H Q O Horizon: circulus V *a* X ei parallelus Crepuſculorum Finitor; H Z O Meridianus; Æ Q R Æquator. Patet, quò obliquior eſt Æquator ad Horizontem, eò arcus Æquatoris, ejuſque parallelorum interceptos inter Ho-



rizontem, ejuſque parallelum R *a* X longiores eſſe. Hi Arcus Q R, *d a*, *ce*, G *h*, K *l*, portiones æquatoris & parallelorum, intercepti inter Horizontem & Finitorem, dicuntur Crepuſculorum Arcus; eorum enim durationem determinant, & prout quilibet arcus ad ſuum circulum, majorem aut minorem obtinet proportionem, eò longior aut brevior erit Crepuſculi duratio; quando Sol illum parallelum decurrit. In Finitore

tore Crepuſculorum capiatur quodlibet punctum *a* per quod parallelus Æquatoris *d a* tranſeat; & per *a*, concipiatur duci circulus maximus M *a* N, qui tangat circulum perpetuæ Apparitionis. Cumque Horizon eundem circulum tangat, hi duo circuli cum Æquatore ejuſque Parallelis æquales facient angulos: Nam utriuſque anguli Menſura eſt diſtantia paralleli à ſuo circulo maximo; eruntque arcus omnes Parallelorum Æquatoris, inter Horizontem & circulum M *a* N intercepti ſimiles, *per* 13. *lib.* 2*di. Theodoſii Sphærici*; adeoque Sol æqualibus temporibus hos parallelorum interceptos arcus deſcribet. Circulus M *a* N finitorem v *a* x, vel in duobus punctis ſecabit, vel in unico puncto tanget. Primò eum in duobus punctis ſecet, quæ ſint *a* & *h*; unde erunt arcus parallelorum *d a g h* ſimiles; adeoque, quando Sol hos duos parallelos motu diurno deſcribit, Crepuſcula erunt æqualia, at quando aliquem parallelum intermedium percurrit, Verbi gr. *c e*, Crepuſculi duratio brevior erit, nam in hoc caſu *c m* crepuſculi arcus minor eſt *c e*, qui ſimilis eſt arcui *d a* vel *g h*, & *c e* & *d a* æqualibus temporibus à Sole deſcribuntur. At in Parallelis longiùs ab Æquatore diſtantibus quàm *g h* commorans Sol longiora efficit crepuſcula; nam eſt arcus crepuſculi *l k* major quàm *q k*, qui à Sole deſcribitur in tempore, quod eſt æquale durationi crepuſculi Sole in parallelo *g h* exiſtente.

Diverſæ Crepuſculorum durationes.

In Parallelis, qui verſùs elevatum polum jacent, verſante Sole, continuò creſcunt crepuſcula, prout Paralleli illi polo viciniores fuerint;

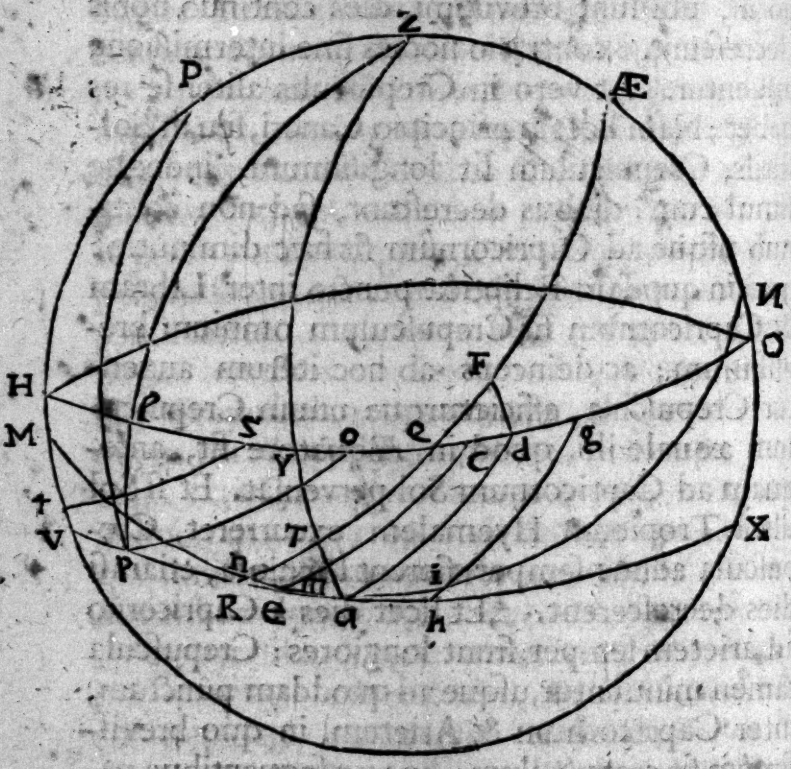
longior enim eſt Crepuſculi arcus *o p*, quàm ϙ R, & Y U longiori tempore deſcribitur quàm *θ p*. At ſi Sol parallelum *s t* deſcribat, qui cum Finitore non conveniat, Crepuſculum per totam noctem durabit.

Hinc valde diſſimilem ſervant rationem Crepuſcula, ac dies nocteſque, in incrementis & decrementis. Nam Sole pergente ab initio Cancri, ubi dies ſunt longiſſimi, ad initium Capricorni, ubi ſunt breviſſimi, dies continuò nobis decreſcunt, è contrario noctes ſine intermiſſione augentur. At vero in Crepuſculis aliter ſe res habet; Nam licet in principio Cancri, ſeu in Solſtitiis, Crepuſculum ſit longiſſimum, indeque ſimul cum diebus decreſcant, ſed non continuò uſque ad Capricornum fit hæc diminùtio: nam in quodam Eclipticæ puncto inter Libram & Capricornum fit Crepuſculum omnium breviſſimum; ac deinceps ab hoc iterum augentur Crepuſcula, efficieturque unum Crepuſculum æquale illi, quod in Æquatore fit, antequam ad Capricornum Sol perveniat. Et ſi Sol ultra Tropicum Hyemalem excurreret, Crepuſcula adhuc ſemper fierent longiora, etiamſi dies decreſcerent. Et licet dies à Capricorno ad arietem ſemper fiunt longiores; Crepuſcula tamen minuuntur, uſque ad quoddam punctum, inter Capricornum & Arietem, in quo breviſſimum fit crepuſculum: hoc ex ſequentibus patebit, in quibus illud punctum determinatur.

Secundò, Circulus M *a* N Finitorem in unico puncto tangat, quod ſit *a*, per quod ducatur Parallelus Æquatoris *d a*, in hoc parallelo ſi Sol verſetur, erit Crepuſculum omnium breviſſimum *Crepuſculum Breviſſimum.*

mum

mum. Nam quia arcus parallelorum in ☋ *d a g i* inter Horizontem & circulum M *a* N intercepti, ſunt omnes ſimiles, æqualibus temporibus à Sole deſcendente deſcribuntur, ſed ob arcus Crepuſculorum *c e g h* majores quàm *c m* vel *g i*, major erit mora Solis in arcu *c e*, quam in *c m*, & in arcu *g h* quàm in *g i*, hoc eſt, quàm in arcu *d a*. Adeoque Crepuſcula in parallelis *c e*, *g h* longiora erunt, quàm in parallelo *d a*,



in quo igitur Crepuſculum fit omnium breviſſimum.

Diſtantia paralleli ab æquatore, in quo fit breviſſimum Crepuſculum, ſic invenitur. Quoniam Circulus M *a* N & Horizon H O eundem paral-

Parallelum tangunt, ſcil circulum perpetuæ Apparitionis, æqualiter ad Æquatorem inclinantur, uti oſtenſum fuit. Eſt igitur angulus *a n* T, quem Æquator & circulus M *a* N comprehendunt, æqualis angulo F Q *d* Æquatoris & Horizontis: Per Zenith Z & punctum *a* ducatur circulus verticalis Z Y *a*, Æquatorem ſecans in T. In triangulis itaque Sphæricis *a n* T T Q Y, anguli ad *a* & Y ſunt recti, Et anguli ad Q & *n* æquales oſtenſi ſunt; item anguli ad T ſunt quoque æquales, ad verticem enim ſunt. Quare triangula *a n* T T Q Y ſibi mutuò æquiangula exiſtentia, ſunt quoque ſibi mutuò æquilatera; ac proinde T *a* æqualis erit T Y, ſeu dimidio arcûs *a* Y diſtantiæ Finitoris ab Horizonte & præterea erit *a n* æqualis Q Y, ſed eſt *a n* æqualis Q *d*, *per* 13. *lib.* 2*di. Theodoſ.* propterea quòd F R & *d a* ſunt paralleli, adeoque erit *d* Q æqualis Q Y.

In Triangulo Sphærico T Q Y Rectangulo ad Y; datur latus T Y ſemidiſtantia Finitoris ab Horizonte, item angulus Y Q T æqualis F Q *d*, qui metitur complementum Latitudinis Loci, quare innoteſcet Q Y, & huic æqualis Q *d*. A puncto *d* in Æquatorem ducatur circulus Declinationis *d* F; & in Triangulo rectangulo Sphærico *d* Q F, datur *d* Q & angulus ad Q, inde innoteſcet arcus *d* F, diſtantia paralleli minimi Crepuſculi ab Æquatore, ſeu ejus declinatio, quæ erat invenienda.

Unicâ tantum Analogiâ ſolvi poteſt Problema: Nam in Triangulo T Q Y, Radius: Tang: T Y :: *co* Tang. Q: ſin. Q Y, vel ad ſin *d* Q. Sed eſt ſin. Q : coſin Q :: Radius : *co* Tang. Q,

quare

quare ex æquo erit Radius ductus in ſin. ϱ : Tang. τ γ × coſin. ϱ : : Radius : ſin. ϱ *d*. (hoc eſt in triangulo rectangulo ϱ *d* ϝ) : : ſin. ϱ : ſin. *d* ϝ : : Radius × ſin. ϱ : Radius × ſin *d* ϝ. Adeoque in Analogiâ, cum Antecedentes ſint æquales, æquales quoque erunt Conſequentes. Et erit Radius × ſin. *d* F æqualis Tang. τ γ × coſin. ϱ. Et reſolvendo æquationem in Analogiam, erit Radius ad Tangentem τ γ, ut coſin. ϱ ſeu ſinus Latitudinis loci, ad ſinum *d* ϝ diſtantiæ paralleli ab æquatore. Q E I.

Initium & Finis crepuſculi determinantur.

Datâ Declinatione Solis, Tempus initii Crepuſculi Matutini, aut finis veſpertini ſic invenitur; ſit *o p* parallelus Solis, cum Finitore Crepuſculorum conveniens in *p*, Ducatur è Polo circulus Declinatiouis P *p*, & in Triangulo Sphærico P z *p*, dantur omnia latera. ſcil. P z complementum Latitudinis Loci. P *p* complementum Declinationis Solis, & z *p* æqualis Quadranti plus diſtantiâ Finitoris ab Horizonte = z *l* + *l p*: unde dabitur angulus z P *p*, hujuſque complementum ad duos rectos, ſcil. angulus *p* P v, unde Arcus Æquatoris, qui hunc angulum metitur in tempus converſus oſtendet tempus initii vel finis Crepuſculi Q. E. I.

Atmoſphæræ vis in refrangendo.

ATMOSPHÆRA Terreſtris non tantùm Radios Solares reflectendo claritatem producit matutinam & veſpertinam, ſed & reliquorum omnium ſiderum radios in ſe incidentes refrangendo, hoc eſt, eorum directiones mutando, eoſque per alias rectas propagando, facit, ut Stellarum loci apparentes ſint a veris diverſi.

Mul-

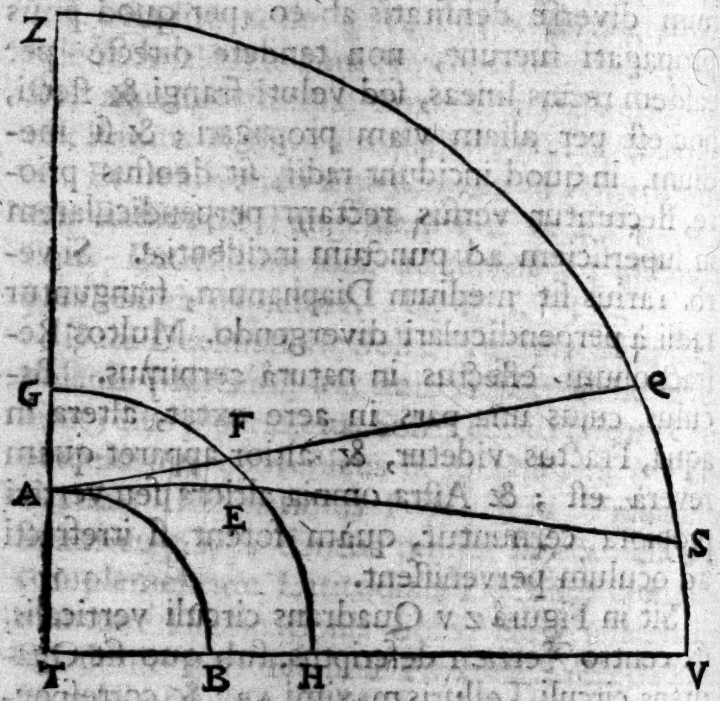
Multiplici Experimento deprehenſum eſt, radios corporis luminoſi, vel etiam cujuſvis objecti viſibilis, incidentes in medium Diaphanum diverſæ denſitatis ab eo, per quod priùs propagati fuerunt, non tendere directè per eaſdem rectas lineas, ſed veluti frangi & flecti, hoc eſt per aliam viam propagari; & ſi medium, in quod incidunt radii, ſit denſius priore, flectuntur verſùs rectam perpendicularem in ſuperficiem ad punctum incidentiæ. Si verò rarius ſit medium Diaphanum, franguntur radii à perpendiculari divergendo. Multos Refractionum effectus in naturâ cernimus. Baculus, cujus una pars in aere extat, altera in aquâ, Fractus videtur, & altior apparet quàm reverà eſt; & Aſtra omnia altiora ſeu vertici propiora cernuntur, quàm forent, ſi irrefracti ad oculum perveniſſent.

Varii Refractionis effectus.

Sit in Figurâ z v Quadrans circuli verticalis, ex centro Terræ T deſcriptus, ſub quo ſit Quadrans circuli Telluris maximi AB, & correſpondens Atmoſphæræ Quadrans G H. Sitque s ſidus quodlibet, à quo exeat Radius lucis s E, in ſuperficiem Atmoſphæræ in E incidens, cumque hic radius ex aurâ Æthereâ & rarâ, ſeu potiùs ex vacuo, in aerem noſtrum denſiorem incidat, in E refrangetur verſùs porpendicularem; cumque aer ſuperior ſit rarior inferiore, adeoque denſitas medii continuò augeatur, Radius lucis ulteriùs in aere pergendo, continuò curvabitur; & in curvâ E A ad oculum deferetur; hanc curvàm tangat in A recta A F, & ſecundùm ejus directionem radius E A in oculum recipietur; cumque objectum omne videtur in

Siderum Refractio.

rectâ, ſecundùm quam ſit Directio radiorum, qui ſenſorium vellicant; objectum s apparebit



in rectâ A F, hoc eſt, in cœli puncto Q vertici propiore, quàm revera ſidus exiſtit. Et fieri quidem poteſt, ut ſidus appareat ſupra Horizontem, quod infra eundem adhuc latet.

Per refractionem Eclipſis Lunæ videtur, Lunâ infra Horizontem commorante.

Hinc fit, ut Refractio Luminaria Solem & Lunam ex diametro oppoſita, & quorum unum infra Horizontem locatur, ſupra Horizontem repreſentet, adeo ut Lunæ Eclipſis videatur, Lunâ infra Horizontem commorante, Sole autem ſupra, ut ſæpius obſervatum fuit.

Ubi nulla eſt Refractio.

Sidus in vertice conſtitutum nullam patitur refractionem; nam radius perpendicularis rectà

rectà progreditur ; at quò obliquior est radius in aerem incidens, eò major est refractio, adeoque in Horizonte refractio est maxima. Et Stella magis quàm 50 gradibus supra Horizontem elevata, nulli sensibili obnoxia est Refractioni. In æqualibus à vertice distantiis apparentibus, Refractiones sunt æquales, adeoque Solis, Lunæ, & fixarum omnium in pari Altitudine, refractiones sunt æquales, contra quàm censuit Astronomiæ Instaurator, Refractionumque primus Investigator, Nobilis Braheus. Hinc si inveniantur Fixarum Refractiones, dabuntur etiam Solis Lunæque & Planetarum omnium Refractiones ; & per Observationes, facilius investigatur fixæ alicujus Refractio, quàm Solis & Lunæ, quippe horum siderum non satis accuratè notæ Parallaxes, investigationem Refractionum dubiam reddunt, dum incerta sit quanta loci mutatio Parallaxi, quanta Refractioni debetur. At Stellæ fixæ nulli Parallaxi obnoxiæ sunt, & tota loci variatio à Refractione pendet.

Ubi maxima.

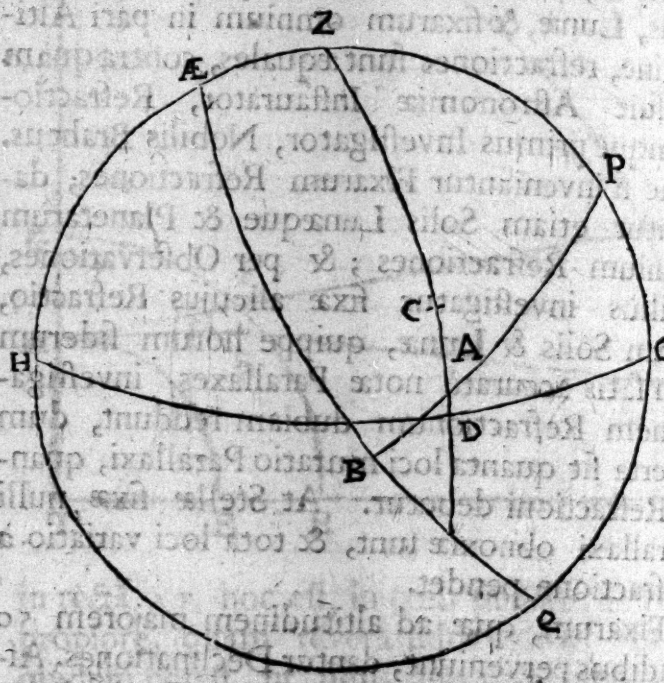
Ubi non sensibilis.

Omnium siderum in pari Altitudine æquales Refractiones.

Fixarum, quæ ad altitudinem majorem 50 gradibus perveniunt, dantur Declinationes, Ascensiones rectæ, Longitudines, & Latitudines, satis accuratè ; nam in tantâ altitudine, earum refractiones sunt quàm proximè nullæ. Quibus cognitis refractiones prope Horizontem sequenti methodo inquiruntur. Sit OPZH Meridianus, HO Horizon, ÆQ Æquator, Polus P, Vertex Z, A Stella, cujus refractio est investiganda, Verticalis per Stellam transiens Z D, Stellæ locus visus C ; arcus A C erit Stellæ refractio. Observetur Distantia Stellæ à vertice visa, scil. ar-

cus z c, & habeatur, vel per Altitudinem obſervatam alterius Stellæ extra Refractionis aleam poſitæ, vel per Horologium automaton, Temporis momentum quo obſervatio facta fuit. Ex hoc tempore & Aſcenſione Rectâ Solis, dabitur punctum Æquatoris eodem momento culminans, ſcil. punctum Æ. Sed

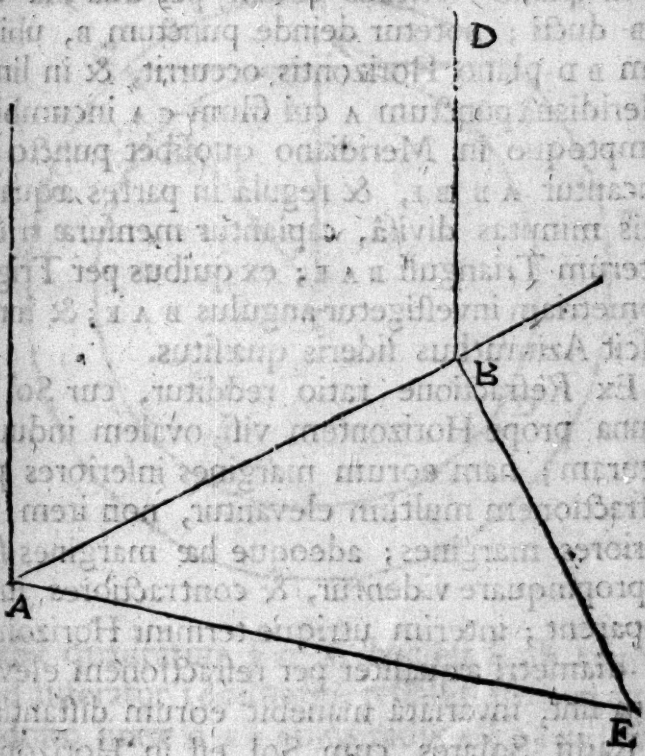
Refractionis Inveſtibilis.



datur quoque Stellæ Aſcenſio Recta; adeoque punctum Æquatoris B, ubi circulus Declinationis PAB per Stellam ductus, Æquatori occurrit. Itaque dabitur Æquatoris arcus ÆB, qui eſt menſura anguli Z P A: In Triangulo igitur Sphærico ZPA, ex datis lateribus Z P diſtantiâ verticis à Polo, & P A complemento Declinationis Stellæ, & angulo Z P A, invenietur per Trigonometriam Sphæricam latus ZA, vera diſtantia Stellæ à vertice, à quâ ſi ſubſtrahatur

ur Z C distantia visa observatione cognita, habebitur arcus A C Stellæ Refractio, quæ erat invenienda.

Potest enim Fixæ Refractio inveniri, si observetur ejus Azimuthus, seu arcus Horizon-



tis inter Meridianum & verticalem per Stellam ductum interceptus, scil. D O, Nam arcus ille metitur angulum P Z A, ex quo dato, & lateribus P Z, P A, invenietur Z A vera distantia Stellæ à vertice, & si ab hâc auferatur distantia observata, restabit C A Refractio quæsita.

Sideris Azimuthus quomodo observatione capitur.

Azimuthus sideris cujusvis observatione optimè innotescet, si ducatur in plano Horizontis,

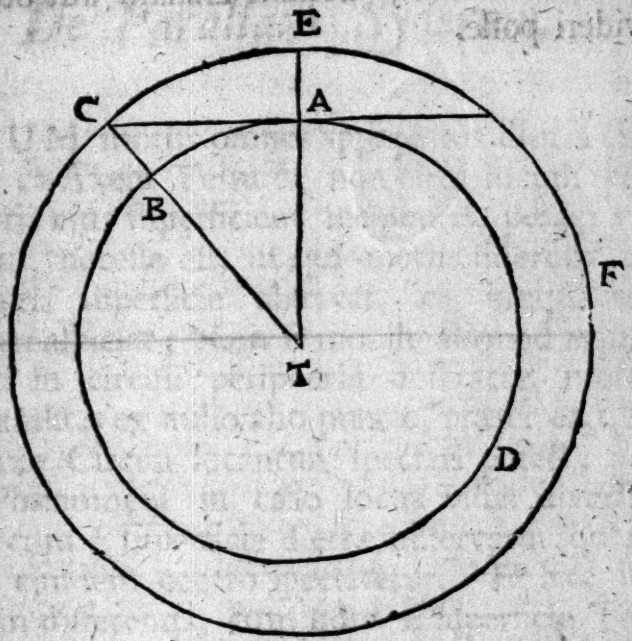
tis linea Meridiana A E, ſuper quam erigatur filum perpendiculare C A; quod pondere appenſo facile fit: Deinde aliud filum B D, pondere ſimiliter inſtructum, ita ſuſpendatur, ut Stella ab illis duobus filis tegatur; adeoque erit Stella in plano verticalis circuli per dua fila C A D B ducti; notetur deinde punctum B, ubi filum B D plano Horizontis occurrit, & in lineâ Meridianâ punctum A cui filum C A incumbit; ſumptoque in Meridiano quolibet puncto E, ducantur A B B E, & regulâ in partes æquales ſatis minutas diviſâ, capiantur menſuræ trium laterum Trianguli B A E; ex quibus per Trigonometriam inveſtigetur angulus B A E; & innoteſcit Azimuthus ſideris quæſitus.

Ex Refractione ratio redditur, cur Sol & Luna prope Horizontem viſi, ovalem induunt figuram; nam eorum margines inferiores per refractionem multùm elevantur, non item ſuperiores margines; adeoque hæ margines ſibi appropinquare videntur, & contractiores juſto apparent; interim utrique termini Horizontalis diametri æqualiter per refractionem elevati cum ſint, invariata manebit eorum diſtantia.

Radii Solares, cum Sol eſt in Horizonte, longiore multò itinere per aerem feruntur, quàm cum is prope verticem verſatur. Sit enim A B D Tellus, & E C F circumfuſa Atmoſphæra, cujus Altitudo vulgò æſtimatur 50 milliarium. Sit C A radius Horizontalis, E A verticalis, patet eſſe C A longiorem quàm E A; earum autem rationem ſic inveſtigare licet. Ponatur ſemidiameter Telluris A T in numeris rotundis, eſſe milliarium 4000, & E A 50. Erit

E T

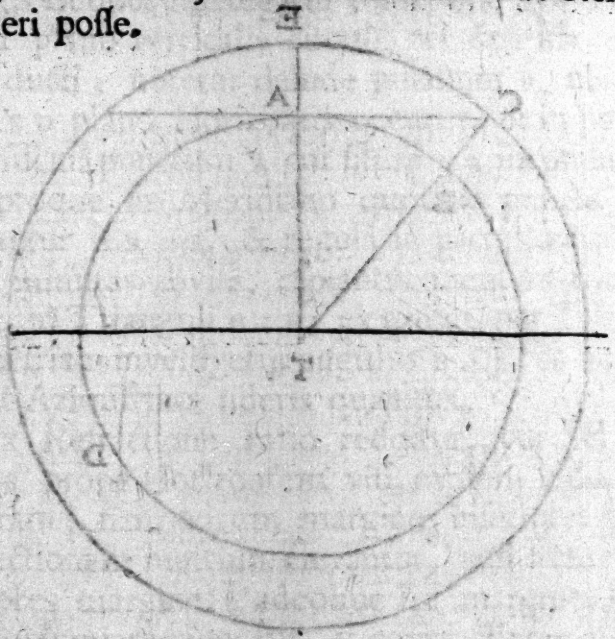
E T = C T milliarium 4050, cujus quadratum æquale est quadratis T A C A. Adeoque si à quadrato ab C T auferatur quadratum ab A T,



Radii Solares prope Horizontem profundiùs in Atmosphærâ immerguntur.

restabit quadratum à C A, hoc est si ab 1640-2500 auferatur 16000000, restabit 402500 pro quadrato lineæ C A; cujus radix est 634. Est igitur C A ad E A ut 634 ad 50, hoc est in majore ratione quàm 12 ad 1. Hinc patet ratio, cur illæsis oculis, possumus Solem orientem aut occidentem intueri; at in Meridiano non sine oculorum damno aspiciendus est Sol: Nam radii Solares in Horizonte per tam crassum Atmosphæræ corpus progrediendo, in particulas innumeras in aere volitantes impingunt, à quibus reflectuntur, eorumque vires multùm ex-

inde debilitantur. Patet etiam, cum per tam exiguum ſpatium progrediendo tantùm debilitantur Radiorum vires, ſi Atmoſphæra noſtra ad Lunam eâdem denſitate ſe extenderet, non Solem, nedum Lunam aut Stellas, videri poſſe.



LECTIO

LECTIO XXII.

De Parallaxi Syderum.

CUM motus omnes apparentes diurni circa Axem Telluris, non circa locum ſpectatoris ejus ſuperficiem incolentis, peragi videntur, neceſſe eſt, ut qui motus ſiderum ex Telluris ſuperficie obſervat, ea inæqualiter moveri aſpiciat; Nam ſi mobile aliquod æquabiliter in circuli peripheriâ deferatur, motûs æquabilitas ex nullo alio puncto, præter ea, quæ in Axe Circuli locantur, ſpectari poteſt; unde Phænomeni in cælo locus viſus diverſus erit, cum è ſuperficie Terræ obſervatur, quàm ſi ex ejuſdem centro ſpectaretur. Et hæc locorum differentia, cum ſidus è ſuperficie Telluris videtur, & ab ejus centro ſpectatur, Parallaxis dicitur.

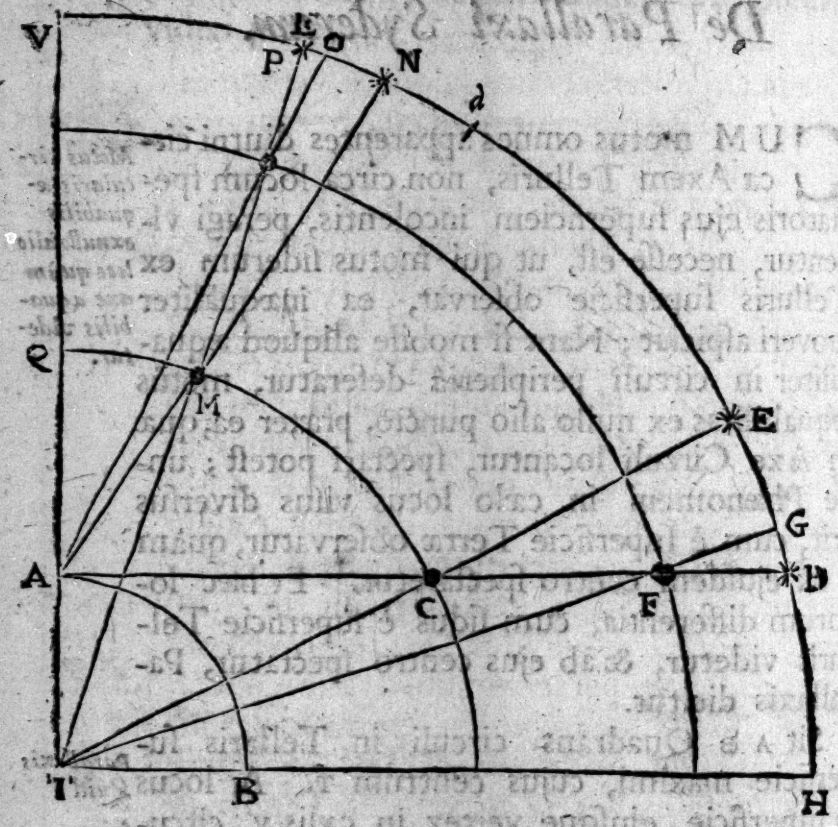
Motus circularis æquabilis ex nullo alio loco quàm axe aquabilis videtur.

Sit A B Quadrans circuli in Telluris ſuperficie maximi, cujus centrum T. A locus in ſuperficie, ejuſque vertex in cælis V, circuluſque V N H referat cælum Stellatum, linea A D Horizontem ſenſibilem, in quo ſit ſidus in C, cujus diſtantia à Telluris centro ſit T C. hoc ſidus è Telluris centro ſpectatum in cælo Stellato in E conſpicietur, ſupra Horizontem arcu D E elevatum; punctum E dicitur locus Phænomeni verus. At ſi è Telluris ſuperficie in A Obſervator illud intueatur, in Horizontis puncto D ipſum

Parallaxis Quid?

ipsum conspiciet, quod locus ejus apparens nominatur. Et Arcus D E differentia inter locum verum & visum dicitur *Parallaxis Astri.*

Si sidus altiùs elevetur supra Horizontem



in M, ejus locus verus è Telluris centro visus est P, at visus è superficiei puncto A, est N, & Parallaxis est arcus P N, qui arcu D E minor est: Unde Parallaxis sideris in Horizonte existentis est omnium maxima; quò altiùs attollitur sidus, eò minorem patitur parallaxim; si autem ad verticem pervenerit, nulli parallaxi est obnoxia; nam cum in Q existit, tam ex T quàm

in

in A, in eâdem rectâ T V videtur, nullaque est differentia inter locum verum & visum. Quò longiùs sidus aliquod à Terra distat, eò ejus Parallaxis est minor; ita sideris F à Tellure longiùs remoti Parallaxis est G D, sideris propioris c parallaxi minor. Hinc patet Parallaxim esse differentiam inter veram sideris à vertice distantiam, è Terræ centro visam, & eam quæ ex ejus superficie conspicitur. Nam sideris M vera distantia à vertice est arcus V P, at ex A conspecto sidere, distantia ejus à vertice est V N.

In majori à Tellure distantiâ minor est Parallaxis.

Has distantias metiuntur anguli V T M V A M, comprehensi rectâ T V ad verticem ductâ, & rectis T M A M, ex centro & superficie Telluris ad sidus ductis; horum autem angulorum differentia est angulus T M A. Nam est angulus V A M externus æqualis duobus internis A T M & T M A; adeoque est T M A differentia angulorum V A M & V T M; qui itaque parallaxim metitur; & ideo ipse Parallaxis dicitur. Est autem ubique hic angulus ille, sub quo semidiameter Terræ, per locum observatoris ducta, è sidere videtur, adeoque ubi semidiameter illa directè videtur, maximus est; hoc est sideris in Horizonte existentis maxima est Parallaxis; Et ascendendo minuitur Parallaxis, in eâ ratione, quæ in sequenti Theoremate demonstratur.

Parallaxis est Angulus, sub quo semidiameter Terræ per loci verticem ducta, è sidere videtur.

THEOREMA.

Sinus Parallaxeôs est ad sinum distantiæ sideris à vertice visæ, in datâ ratione, scil. in ratione semidiametri Telluris ad distantiam sideris.

Parallaxes minuuntur in ratione sinuum distantiarum à vertice.

Nam per notissimum Trigonometriæ Theorema. In Triangulo A T M, est sinus anguli

A M T

AMT, ad ſinum anguli TAM vel VAM, ut AT ad TM; ſcil. in conſtante ratione ſemidiametri Telluris ad ſideris diſtantiam. Hinc ſinus Parallaxis ſideris in C, eſt ad ſinum Parallaxis in M, ut ſinus anguli VAC, ad ſinum anguli VAM. Itaque ſi detur ſideris Parallaxis in aliquâ à vertice diſtantiâ, dabitur ejus Parallaxis in aliâ quâvis à vertice diſtantiâ.

Si Phænomenon aliquod longius 15000 ſemidiametris Telluris ab ejus centro diſtet, ejus Parallaxis etiam Horizontalis inſenſibilis evadit. Nam ſi ſit TF ad TA, ut 15000 ad 1. ſeu ut Radius ad ſinum anguli TFA, invenietur ille angulus minor ſcrupulis ſecundis 13. qui angulus tam exiguus eſt, ut nullis inſtrumentis obſervari poſſit.

Si detur ſideris alicujus diſtantia à Telluris centro, dabitur ejus Parallaxis. Nam in triangulo TAC, rectangulo ad A, ex datis TA ſemidiametro Telluris, & TC diſtantiâ ſideris, invenietur per Trigonometriam angulus ACT, Parallaxis ſideris Horizontalis: Et viciſſim ſi detur Parallaxis, dabitur diſtantia ſideris à Terræ centro, in eodem ſcil. triangulo, ex datis AT & angulo ACT, elicietur diſtantia TC.

Si ſidus nullum habeat motum ſibi proprium, ejus diſtantia vera a quâlibet fixâ, per arcum circuli menſuranda, ſemper eadem & immutata manet, in omni ſideris ſupra Horizontem elevatione; at ſi Parallaxi ſenſibili ſit obnoxium ſidus, ejus diſtantia viſa à Fixâ aliquâ continuò mutabitur; Et ſi fixa ſit in eodem circulo verticali cum ſidere, ſed illo altior, minuitur diſtantia aſcendendo, ſi humilior

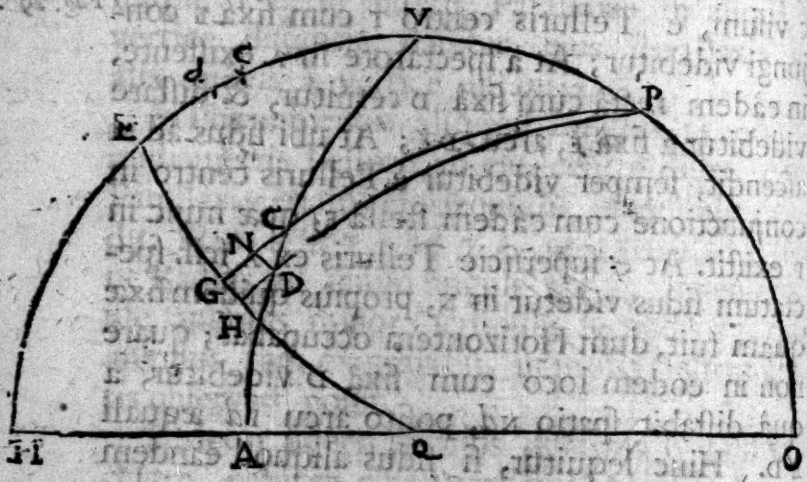
TMA

lior ſidere ſit fixa, aſcendendo ſidus à fixâ remotior videbitur, quamvis è centro Telluris conſpectum, eandem ubique retinebit diſtantiam, ideoque diſtantiæ ſideris propinqui à fixis viſæ non ſunt reales, ſed apparentes. *Per Parallaxes, ſiderum à fixis diſtantiæ continuò mutantur.*

Sit Phænomenon ſeu ſidus in Horizonte in c viſum, è Telluris centro T cum fixâ E conjungi videbitur; At à ſpectatore in A exiſtente, in eâdem rectâ cum fixâ D cernitur, & diſtare videbitur à fixâ E, arcu DE; At ubi ſidus ad M aſcendit, ſemper videbitur è Telluris centro in conjunctione cum eâdem ſtellâ E, quæ nunc in P exiſtit. At è ſuperficie Telluris ex A ſcil. ſpectatum ſidus videtur in N, propiùs quidem fixæ quàm fuit, dum Horizontem occupabat; quare non in eodem loco cum fixâ D videbitur, à quâ diſtabit ſpatio N*d*, poſito arcu P*d* æquali PD. Hinc ſequitur, ſi ſidus aliquod eandem ſemper inter fixas conſervet poſitionem, neque diſtantias arcuales ab iiſdem mutare videatur, nulli Parallaxi ſenſibili erit obnoxium. Quinetiam ſi à fixis diſtantia quidem varietur, ſed mutatio ſit ea ſolùm, quæ motui ſideris proprio debetur, in illo caſu nulla quoque eſt Parallaxis ſenſibilis; ſin ſidus magis vel minus à fixâ aliquâ receſſerit, vel ei acceſſerit, quàm poſtulat motus ejus proprius, differentia illa erit Parallaxeôs effectus. Vid. *Fig. Pag.* 290.

Parallaxis ſideris in circulo verticali, mutationem in ejus loco inducit quoad reliquos Sphæræ circulos, efficitque ut ejus Longitudo, Latitudo, Aſcenſio Recta, & Declinatio diverſæ videantur à veris, quæ è centro Telluris conſpiciendæ erunt, unde quatuor præcipuè oriuntur Parallaxium ſpecies. Sit *Parallaxium ſpecies.*

Sit H O Horizon, cujus polus V, EQ Ecliptica, ejusque polus P, V A verticalis circulus per sidus transiens, cujus verus locus sit C, at visus sit D, in eodem verticali magis à vertice distans. Parallaxis altitudinis est arcus D C. Per polum



Eclipticæ P, & sideris locum verum transeat secundarius Eclipticæ, seu circulus Latitudinis P C G, & G erit verus locus sideris ad Eclipticam reductus, punctumque G ejus Longitudinem veram ostendet; at per locum visum D ductus Latitudinis circulus P D H cum Ecliptica conveniet in H puncto, quod erit sideris locus in Ecliptica visus, Arcus Eclipticæ G H, interceptus inter duos Latitudinis circulos, per verum & visum locum transeuntes, dicitur *Parallaxis Longitudinis.* Sideris in C existentis vera Latitudo est C G; At cum in D videtur, Latitudo visa est D H; harum differentia C N *Parallaxis Latitudinis* vocatur.

Parallaxis Longitudinis.

Parallaxis Latitudinis.

Si sidus sit in circulo verticali, qui Ecliptica in nonagesimo gradu ab oriente puncto inter-

interſecat, hoc eſt, qui Eclipticæ ſit perpendicularis *v. gr.* in circuli VE puncto *c*, Parallaxis Longitudinis nulla erit; nam cum circulus verticalis VE, in hoc caſu Eclipticæ ad angulos rectos occurrit, per ejus polos tranſibit, idemque erit circulus Latitudinis, in quo exiſtit verus & viſus ſideris locus, adeoque loci hi ad Eclipticam reducti in idem punctum incident, & in hoc caſu Parallaxis Latitudinis coincidit cum Parallaxi Altitudinis.

Quadrans Orientalis Eclipticæ eſt, qui inter nonageſimum gradum & punctum ejus oriens intercedit. Occidentalis autem Quadrans eſt, qui inter nonageſimum & occidentem Eclipticæ gradum interjicitur. Sideris in orientali quadranti exiſtentis Longitudo viſa major eſt quàm vera: Nam oriente ſidere, Parallaxis illud magis in orientem deprimit. Sic in figurâ, locum in Eclipticâ viſum ſignat punctum H, magis in orientem promotum quàm eſt locus verus G. At ſi ſidus ſit in Quadranti occidentali, Longitudo viſa minor eſt quàm vera, quoniam Parallaxis in hoc ſitu ſidus verſus occidentem detrudit.

Referat jam circulus EQ Æquatorem, P ejus polum, PVH Meridianum, VCA circulum Verticalem, per ſidus tranſeuntem; in quo ſit C locus ſideris verus, D viſus; ſintque PCG, PDH Secundarii Æquatoris, ſive circuli Declinationum per locum ſideris verum & viſum traducti, Æquatori occurrentes in G & H. Punctum G oſtendet Aſcenſionem rectam ſideris veram, H viſam, quarum diſtantia GA eſt *Parallaxis Aſcenſionis rectæ.* Declinatio ſideris vera eſt GC, viſa

Parallaxis Aſcenſionis rectæ.

visa D H, differentia Declinationum N C dicitur *Parallaxis Declinationis.* Si sidus sit ad orientem Meridiani, Ascensio recta visa major est verâ, si ad occidentem, fiet visa minor verâ; At cum sidus in Meridiano culminat, nulla est Parallaxis Ascensionis rectæ, propterea quòd idem Declinationis circulus per visum & verum locum transit.

Parallaxis Declinationis.

Varias excogitaverunt Astronomi methodos, ut siderum Parallaxes investigent; & ut exinde eorum distantiæ à Tellure innotescant. His enim cognitis, judicium aliquod de Amplitudine mundanâ ferre licebit. Modos aliquos, quos ad rimandas Parallaxes adhibuerunt Astronomi, liceat nunc vobis exponere.

Modus primus exporandi Parallaxim

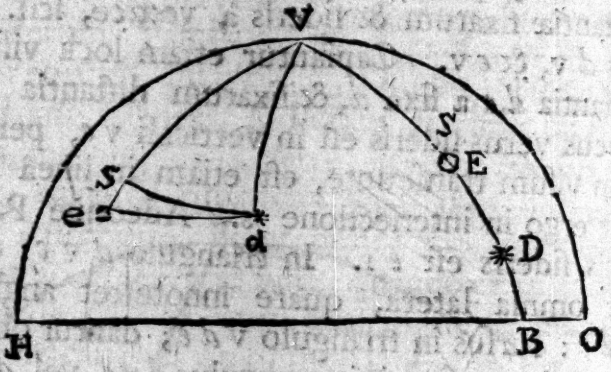
Primò observetur sidus, quando est in eodem verticali circulo cum duabus stellis fixis, sit V B verticalis, in quâ simul videntur Fixæ c & d, & sidus s, cujus locus visus erit quoque in eodem verticali, qui sit E, unde si sidus nullum habeat motum proprium, eundem semper ad fixas



fixas C & D conſervabit ſitum, eritque ejus locus verus in lineâ per fixas C D tranſeunte. Poſt aliquod tempus rurſus obſervetur ſideris poſitio reſpectu fixarum, quando ſcil. non in eodem verticali, ſed potiùs in Circulo Horizonte æquidiſtante videntur, ſcil. ſunt fixæ *c* & *d*, ſitque locus ſideris viſus *e*, at verus erit in lineâ *d c*, quæ fixas conjungit : obſerventur diſtantiæ fixarum & ſideris à vertice, ſcil. arcus *d* v, & *e* v. Capiantur etiam loci viſi *e*, diſtantia *d e* à fixâ *d*, & fixarum diſtantia *d c*. Locus verus ſideris eſt in verticali v *e*, per locum viſum tranſeunte, eſt etiam in lineâ *d c*, erit ergo in interſectione *s*. Adeoque Parallaxis ſideris eſt *e s*. In triangulo *d* v *c*: dantur omnia latera, quare innoteſcet angulus v *d c* : rurſus in triangulo v *d e*; dantur omnia latera, innoteſcet igitur angulus *d* v *e*, vel *d* v *s*. Denique in triangulo *d* v *s*, datur latus *dv*, diſtantia fixæ *d* à vertice obſervata cum angulis *dvs* & v *d s*, mox inventis; quare invenietur latus v*s*, quod ab v *e* ablatum, relinquit arcum *s e*, Parallaxim quæſitam.

Poteſt ſideris Parallaxis hâc quoque ratione facillimè obtineri ; nempe obſervetur, quando ſidus eſt in aliquo verticali cum quâvis ſtellâ fixâ vicinâ, ejuſque diſtantia à fixâ capiatur : deinde obſervetur rurſus, quando ſidus & fixa parem obtinent ab Horizonte altitudinem, harum diſtantiarum differentia erit quàm proximè ſideris Parallaxis. Sit Horizon H O, vertex loci v, circulus verticalis v B, in quo obſervetur ſidus in E, & fixa in D, locus autem ſideris verus *Methodus ſecunda.*

verus sit s, & s E Parallaxis. Altitudinum differentia D E erit sideris & Fixæ distantia visa: observetur deinde fixa in *d*, & sidus in loco viso *e*, in eâdem à vertice distantiâ, erit distantia sideris & fixæ *d e*, quàm proximè æqualis veræ illorum distantiæ. Nam sit s locus sideris

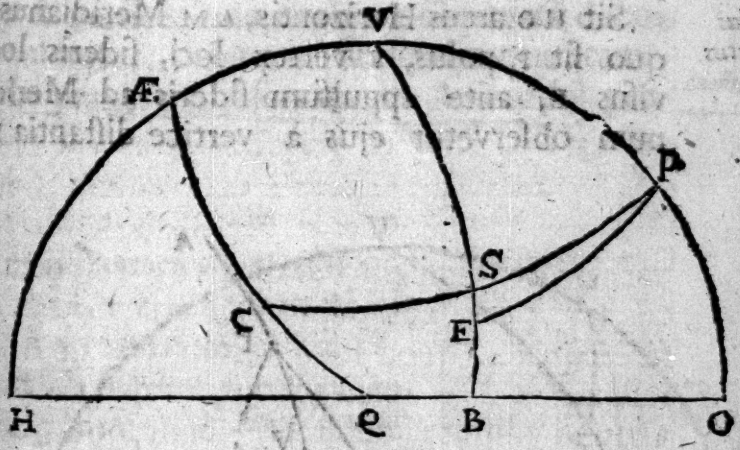


verus. Et quoniam Parallaxis s *e* respectu arcûs v *e*, parva admodum est; erunt *d* s & *d e* fere æquales, quod adeo verum est, ut si Parallaxis s *e* foret unius gradûs, tamen *d e* & *d* s vix uno minuto different. Si itaque instrumento observetur distantia *d e*, notus erit arcus *d* s, ipsi quàm proximè æqualis; & est *d* s æqualis D s, in primâ observatione; à D s itaque auferatur arcus notus D E, & restabit s E Parallaxis sideris in E observati.

Modus tertius. Phænomeni alicujus Parallaxis inveniri quoque potest, observando ejus Azimuthum, distantiam à vertice, & tempus inter observationem, & ejus ad Meridianum appulsum. Sit

H V P O

HVPO Meridianus, in quo sit vertex V, Polus P, & sit HO Horizon, VB circulus Verticalis, per sideris locum verum S & visum E transiens. Traducantur quoque per locum verum & visum circuli Declinationum PSPE; observeturque sideris Azimuthus BO, vel angulus BVO, eo modo, quo in Lectione de Refractione siderum Azimuthos capere docuimus. Observetur quoque sideris distantia à vertice visa VE, & notetur momentum temporis, quo observatio facta est. Expectetur deinde, dum



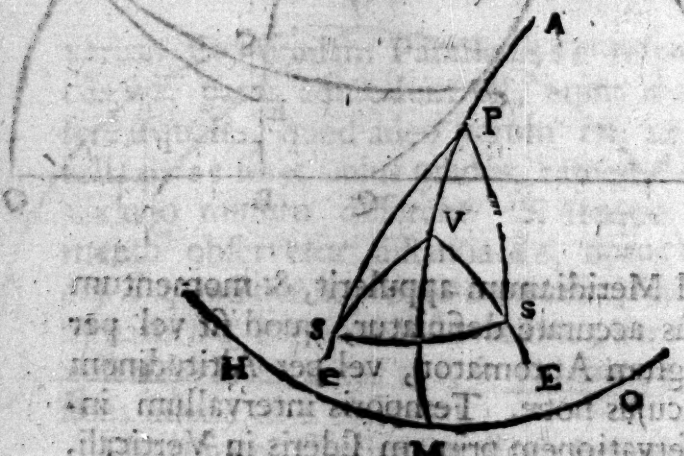
sidus ad Meridianum appulerit, & momentum appulsûs accuratè definiatur, quod fit vel per Horologium Automaton, vel per Altitudinem fixæ alicujus notæ. Temporis intervallum inter observationem primam sideris in Verticali, & ejus appulsum ad Meridianum, in gradus & minuta Æquatoris conversum, dabit arcum Æquatoris æ c, qui est mensura anguli VPS. Ita-

que in triangulo V P S, datur latus V P, distantia Poli à vertice, & anguli V P S & P V S, unde innotescet arcus V S, vera distantia sideris à vertice, quâ ex observatâ V E sublatâ, restabit arcus S E Parallaxis quæsita.

Notandum est, ut convertatur tempus in gradus & scrupula Æquatoris, reducendum est prius tempus in horas & minuta primi mobilis, quæ horis Solaribus sunt aliquantulum minores; vel si adhibeantur horæ Solares, pro earum singulis numerandi sunt in Æquatore gradus 15. minut. 2, secund. 27, tert. 51; & proportionaliter pro particulis adjunctis.

Modus quartus

Sit H O arcus Horizontis, A M Meridianus, in quo sit P polus, V vertex loci, sideris locus visus E, ante appulsum sideris ad Meridianum observetur ejus à vertice distantia V E,

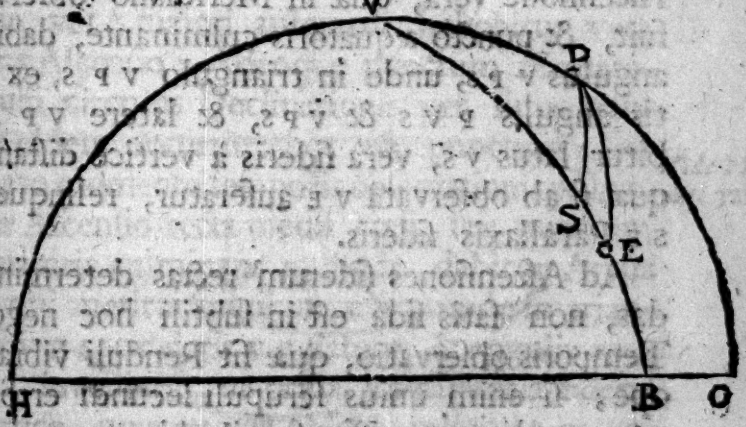


sideris locus verus sit S, Parallaxis S E, Inveniatur Azimuthus E V M; & notetur tempus

pus observationis; deinde post appulsum sideris ad Meridianum, observetur illud iterum, quando eandem obtinet à vertice distantiam v *e*, unde cum visæ distantiæ sunt æquales, erunt quoque veræ distantiæ v s, v ſ æquales. Notetur Intervallum Temporis inter primam observationem & secundam; hoc tempus in gradus & minuta Æquatoris conversum, dabit angulum s p ſ, cujus dimidium est angulus spv. Itaque in triangulo s pv, dantur anguli s p v & svp, qui est complementum Azimuthi ad 180 gradus, item latus v p distantia verticis & Poli; exinde innotescet arcus v s, distantia vera sideris à vertice, quæ si ab v e observatâ distantiâ auferatur, dabit s e Parallaxim quæsitam.

Modus quintus.

Hæ praxes ex observatione Azimuthi pendent; at absque illius observatione Parallaxeôs cognitio obtineri potest, per Ascensiones side-



ris veras & visas, ex quibus Azimuthi calculo eliciuntur. Nam observentur distantiæ sideris à duâbus quibusvis fixis, quarum distantia & Ascensiones rectæ notæ sunt; & exinde quæratur sideris Ascensio recta, uti in Lectione XX docuimus; deinde cum sidus ad Meridianum pervenerit, rursus capiatur ejus distantia à duâbus fixis, ex quibus, habebitur eâdem methodo, Ascensio rectâ sideris vera, seu punctum, ubi circulus Declinationis per verum sideris locum transiens Æquatori occurrit.

Ex Ascensione rectâ visâ sideris in, Verticali V B observatâ, & puncto Æquatoris culminante, dabitur angulus V P E, quare in triangulo V P E, ex datis lateribus V P, V E, & angulo V P E, inveniri poterit angulus P V E, qui est Azimuthalis angulus; datâ autem sideris Ascensione verâ, quæ in Meridiano observata fuit, & puncto æquatoris culminante, dabitur angulus V P S, unde in triangulo V P S, ex datis angulis P V S & V P S, & latere V P dabitur latus V S, vera sideris à vertice distantia, quæ si ab observatâ V E auferatur, relinquetur S E Parallaxis sideris.

Ad Ascensiones siderum rectas determinandas, non satis fida est in subtili hoc negotio Temporis observatio, quæ fit Penduli vibrantis ope; si enim unius scrupuli secundi error in numerando commissus fuerit, hic error producet in Ascensione rectâ errorem 15. scrup. secund.

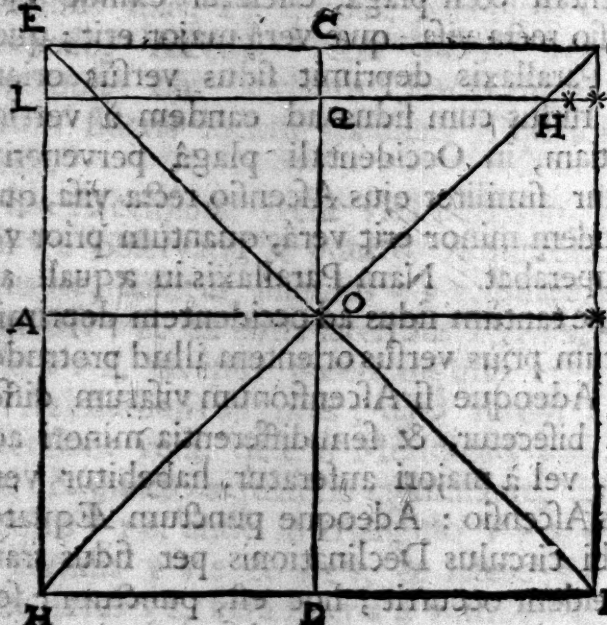
Ut habeatur vera ſideris Aſcenſio recta, non opus eſt ejus appulſum ad Meridianum obſervare; ſed meliùs perficitur per duas obſervationes, quarum una peragitur in Orientali cœli quadrante; altera in Occidentali, at in utràque par ſit altitudo ſideris viſa. Nam ſi capiatur diſtantia ſideris à duâbus fixis notis, in orientali cœli plagâ, elicietur exinde ejus Aſcenſio recta viſa, quæ verâ major erit; quoniam Parallaxis deprimit ſidus verſùs orientem; rurſus cum ſidus ad eandem à vertice diſtantiam, in Occidentali plagâ pervenerit, capiatur ſimiliter ejus Aſcenſio recta viſa, quæ tantundem minor erit verâ, quantùm prior veram ſuperabat. Nam Parallaxis in æquali altitudine tantùm ſidus ad occidentem deprimit, quantùm priùs verſùs orientem illud protrudebat. Adeoque ſi Aſcenſionum viſarum differentia biſecetur, & ſemidifferentia minori addatur, vel à majori auferatur, habebitur vera ſideris Aſcenſio: Adeoque punctum Æquatoris, ubi circulus Declinationis per ſidus tranſiens eidem occurrit; hoc eſt, punctum C ſed ex dato momento temporis obſervationis primæ, datur Aſcenſio recta medii cœli, ſeu punctum Æquatoris culminans Æ, unde dabitur Arcus Æ C, qui metitur angulum Æ P C, unde in triangulo V P S, ex datis V P latere, & angulis P V S & V P S, invenietur, ut prius, V S diſtantia ſideris à vertice, quæ ex viſâ ablata, relinquit arcum S E Parallaxim Altitudinis, quæ erat inveniendæ.

Vide Fig. pag. 328.

Omnium

Modus Sextus.

Omnium optimè & facillimè exquiritur Parallaxis Aſcenſionis rectæ, ſi adhibeatur Teleſcopium, in cujus foco ſunt quatuor fila ad angulos ſemirectos ſe interſecantia, ut in Le-



ctione XX. expoſuimus; & Teleſcopium dirigatur verſus ſidus, atque continuò vertatur, donec in filo tranſverſo A B videatur, ejuſque motus apparens diurnus fiat ſecundùm hujus fili directionem; in quo ſitu, filum AB exponet portionem parallelli, quem percurrit ſidus, & filum C D illud ad angulos rectos interſecans, circulum aliquem horarium repreſentabit. Notetur

tetur deinde temporis momentum, quando fidus in circulo horario C D videtur; dehinc Teleſcopio immoto manente, obſervetur tempus, quando alia aliqua ſtella, cujus nota eſt Aſcenſio recta, ad eundem circulum horarium appulerit. Intervallum temporis inter ſideris & Fixæ appulſus ad circulum horarium, in gradus & minuta Æquatoris converſum, dabit differentiam inter Aſcenſionem rectam fixæ, & ſideris Aſcenſionem viſam. Cum verò ſidus ad Meridianum appulerit, rurſus Teleſcopio obſervetur, & eâdem methodo quæratur ejus Aſcenſio recta viſa, quæ in Meridiano coincidit cum verâ. Unde dabitur punctum Æquatoris, ubi Declinationis circulus per verum locum ſideris Æquatori occurrit; datur itaque ſideris Aſcenſio recta vera, & datur quoque viſa, unde dabitur harum differentia, ſeu Parallaxis Aſcenſionis rectæ, quæ eſt angulus S P E. Et quoniam datur Aſcenſio viſa ſideris, & punctum Æquatoris tempore obſervationis culminans, datur Arcus Æquatoris inter hæc duo puncta interceptus, qui eſt menſura anguli V P E; itaque in triangulo V P E, dantur latera V P, V E, & angulus V P E, quare innoteſcet angulus P V E: ab angulo V P E auferatur augulus S P E, Parallaxis Aſcenſionis rectæ, & dabitur angulus V P S; denique in triangulo V P S, ex datis angulis P V S & V P S, & latere V P, innoteſcet latus V S, vera ſideris à vertice diſtantia, quæ ex viſâ ablata, relinquet S E ſideris Parallaxim.

Vide Fig. pag. 330.

Investigatio Parallaxeos quando sidus habet motum proprium.

Si sidus motum habeat proprium, ejus Ascensio recta per illum motum continuò mutabitur, nisi in aliquo Declinationum circulo feratur ; adeoque habenda est ratio istius mutationis ; quod fiet, si observetur sideris in Meridiano existentis Ascensio recta, & cum proximo die rursus ad Meridianum pervenerit, iterum observetur ejus Ascensio recta, Differentia dabit mutationem Ascensionis rectæ, quæ tempori intermedio competit ; nam in Meridiano existente sidere, nulla est Parallaxis Ascensionis rectæ. Ex his Observationibus cognoscetur motus diurnus proprius sideris secundùm Æquatorem, & ex motu diurno dabitur motus pro quolibet tempore intermedio : *v. gr.* si motus diurnus secundum Æquatorem sit 30. min. hoc est, si sideris locus in Æquatore quotidie promoveatur spatio 30 min. sitque tempus inter observationem primam in orientali quadranti, & secundam in Meridiano factam æquale sex horis, huic temporis spatio debetur motus septem $\frac{1}{2}$ minutorum. Supponamus jam differentiam inter Ascensionem rectam in Verticali, & in Meridiano observatam, esse 20. minutorum, horum septem cum dimidio motui proprio sideris debentur ; unde Parallaxis Ascensionis rectæ erit duodecim cum dimidio minutorum.

Simili methodo, per Longitudines sideris visas & veras, investigari possunt Parallaxes ; Visa Longitudo habetur observando sideris distantias à duabus fixis, quarum loca nota sunt ; vera autem Longitudo habetur, capiendo

do distantias a fixis notis, cum sidus est in nonagesimo Eclipticæ Gradu ; ubi Longitudo visa coincidit cum verâ.

His & similibus methodis, si sidus aliquod habeat Parallaxim scrupulo primo non minorem, illa inveniri potest. In Lunâ quidem satis notabilis deprehenditur Parallaxis, quæ in Horizonte sæpe gradui & amplius æquatur. Sed præterea non desunt aliæ Methodi Lunæ peculiares, quibus ejus Parallaxis habetur, quarum unam hic indicare liceat.

Parallaxis Lunæ investigatio per methodum peculiarem.

In Eclipsi Lunæ, observetur quando cornua in eodem verticali circulo videntur, & in eo momento capiatur utriusque cornu Altitudo ; Altitudinum semi-differentia ad Altitudinem humilioris cornu addita, vel ab Altitudine sublimioris ablata, dabit Altitudinem visam medii inter cornua puncti, quæ quàm proximè est æqualis Altitudini centri Lunæ. Sed vera Altitudo centri Lunæ est quàm proximè æqualis Altitudini centri Umbræ supra Horizontem. At datur Altitudo centri Umbræ, quia datur pro illo temporis momento locus Solis in Eclipticâ, & proinde punctum Eclipticæ huic loco oppositum, in quo est centrum Umbræ, cujus proinde Altitudo pro tempore dato computari potest ; Nam est illa æqualis depressioni Solis infra Horizontem in eodem momento ; quare dabitur vera Lunæ Altitudo ; sed datur per Observationem Altitudo visa, unde & earum differentia, quæ est Lunæ Parallaxis, datur.

Quoniam

Quoniam Lunæ distantia à centro Telluris pro vario ejus ab Apogeo recessu, continuò minuitur, necesse est, ut Parallaxis ejus Horizontalis in eâdem ratione continuò augeatur, sicuti per accessum ad Apogeum minuatur, ideo Tabulam condunt Artifices, quæ Lunæ Parallaxim Horizontalem pro singulis ejus Anomaliæ gradibus ostendit.

Solis Parallaxis methodis prædictis non potest obtineri.

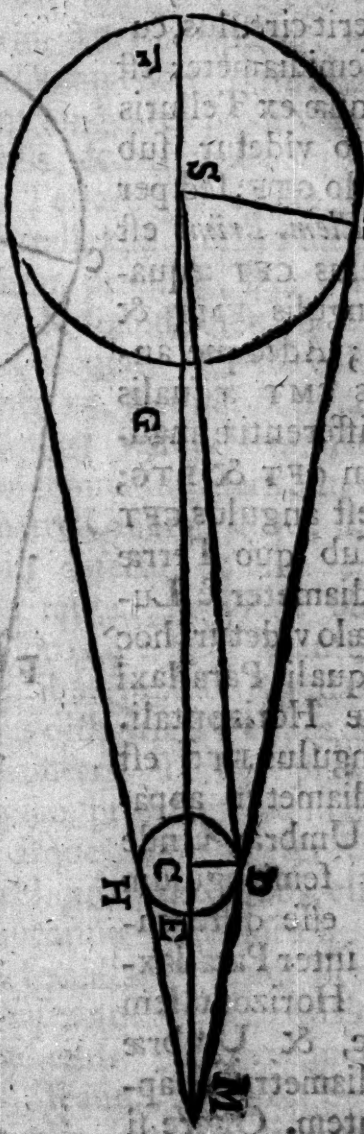
Quamvis methodi superiùs traditæ Lunæ Parallaxim satis notabilem esse manifestant, illarum tamen nullæ sufficiunt ad Solis Parallaxim explorandam; ea enim tam exigua est, ut observationes requisitæ tam accuratè capi non possunt, quæ ipsam determinent; Nam error in observando vix evitari queat, quæ non toti Solis Parallaxi æqualis evadat.

Hic observationum defectus Veteres impulit Astronomos, ad alias Soli peculiares ineundas vias, quibus ejus Parallaxim eruerent; quæ quidem methodi, etsi maximum acumen & ingenium veterum ostendunt, parum tamen sunt idoneæ in tam subtili indagine, ad rem ipsam investigandam. Utiles tamen sunt ad demonstrandum, distantiam Solis à Tellure immensam esse respectu distantiæ Lunæ ab eâdem, ideoque à proposito nostro non alienum erit eas vobis exponere.

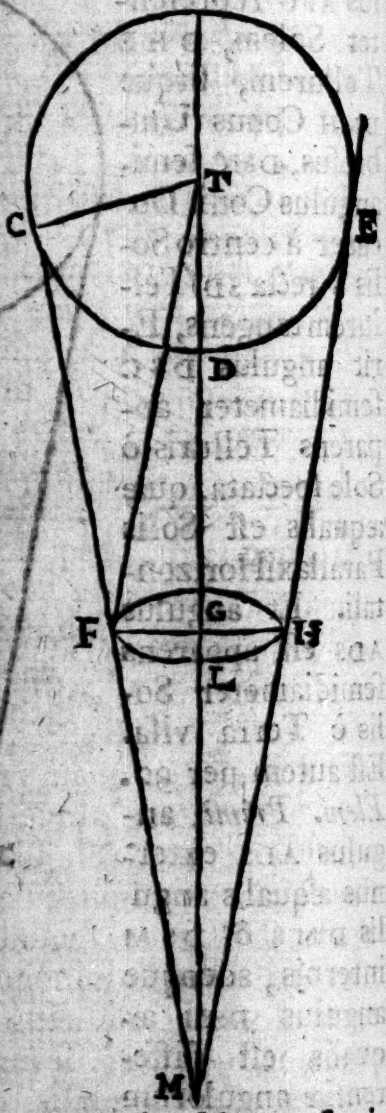
Hipparchi methodus pro inveniendâ Parallaxi Solis.

Prima Methodus est Hipparchi, eamque adhibuêre Ptolemæus ejusque sequaces, & alii Astronomi non pauci. Nititur autem in observatione Eclipseôs Lunaris, & Principia ex quibus pendet hæc sunt: Primò in Eclipsi Lunari, Parallaxis Solis Horizontalis æqualis est Differentiæ inter Solis semidiametrum Apparentem

rentem, & semiangulum Coni Umbrosi. Quod hac ratione facile ostenditur. Circulus AFG representet Solem, DHE Tellurem, sitque DMH Conus Umbrosus, DMC semiangulus Coni. Ducatur à centro Solis S recta SD Tellurem tangens, Erit angulus DSC semidiameter apparens Telluris è Sole spectata, quæ æqualis est Solis ParallaxiHorizontali. Et angulus ADS est apparens semidiameter Solis è Terra visa. Est autem per 32. *Elem. Primi*, angulus ADS externus æqualis angulis DMS & DSM internis; adeoque angulus DSM æqualis est differentiæ angulorum ADS & DMS. Secundo semiangulus Coni æqualis est differentiæ Parallaxis Horizontalis Lunæ, & semidiametri apparentis Umbræ ad



Lunæ cælum; sit enim CDE Tellus, CME Conus umbrosus, qui plano transverse ad distantiam Lunæ secetur; sectio erit circulus, cujus semidiameter est FG, quæ ex Telluris centro videtur sub angulo GTF; sed per 32. *Elem. Primi* est angulus CFT æqualis angulis FMT & GTF; Adeoque angulus FMT æqualis est differentiæ angulorum CFT & FTG; sed est angulus CFT ille sub quo Terræ semidiameter è Lunæ cælo videtur, hoc est æqualis Parallaxi Lunæ Horizontali. Et angulus FTG est semidiameter apparens Umbræ, Unde patet semiangulum Coni esse differentiam inter Parallaxim Horizontalem Lunæ, & Umbræ semidiametrum apparentem. Quare si Solis semidiametro apparenti addatur semidiameter apparens Umbræ, & à summa auferatur Parallaxis Horizontalis Lunæ, restabit



Parallaxis

Parallaxis Horizontalis Solis, quæ proinde ex illis accurate datis habebitur. Verum horum datorum nullum tam accurate innoteſcit, ut ſufficiant ad Parallaxim determinandam; nam ex parvis (in his angulis capiendis) erroribus, qui vix evitari poſſunt, ingentes prodibunt errores in Parallaxi Solis, & maximæ diſcrepantiæ in ejus diſtantia à Tellure quæ ex illa pendet. Exempli gratia, Parallaxim Lunæ Horizontalem ponamus eſſe min. prim. 60, ſec. 15. Solis ſemidiam. min. 16, & ſemidiametrum Umbræ 44. min. prim. 30. ſecund. Ex his colligitur Parallaxim Solis eſſe 15. ſecund. & diſtantiam ejus à Tellure æquari 13000 ſemidiametris Terræ; At ſi error commiſſus fuerit, in determinanda ſemidiametro Umbræ, ſitque ille tantum 12 ſecund. in defectu, & ſane ſemidiameter Umbræ vix tanta præciſione obtineri poteſt; hoc eſt, ſi loco 44′: 30″ capiantur 44′: 18″, reliquis manentibus, prodibit Parallaxis Solis 3. ſecund. & ejus diſtantia à Tellure æqualis fere 70000 ſemidiametris Terræ, plus quam quintuplo major quam prior. Si vero in exceſſu peccatum fuerit, atque ſemidiameter Umbræ ponatur 44′: 42″. reliquis manentibus, elicietur Parallaxis 27 minutorum ſecundorum, & deſtantia Solis 7700. ſemidiametrorum Terreſtrium, fere decuplo minor quam per æqualem errorem in defectu elicitur. Si error in defectu admiſſus fuerit 15. ſecund. Prodibit Solis Parallaxis nihilo æqualis, ejuſque diſtantia infinita. Quare cum ex tantillis erroribus, Parallaxis & diſtantia Solis tam diverſæ prodeunt, manifeſte patet, hac methodo veram Solis Parallaxim

Hipparchi methodus non ſufficit ad Solis parallaxim exp'oran-dam.

rallaxim ejuſque diſtantiam obtineri non poſſe.

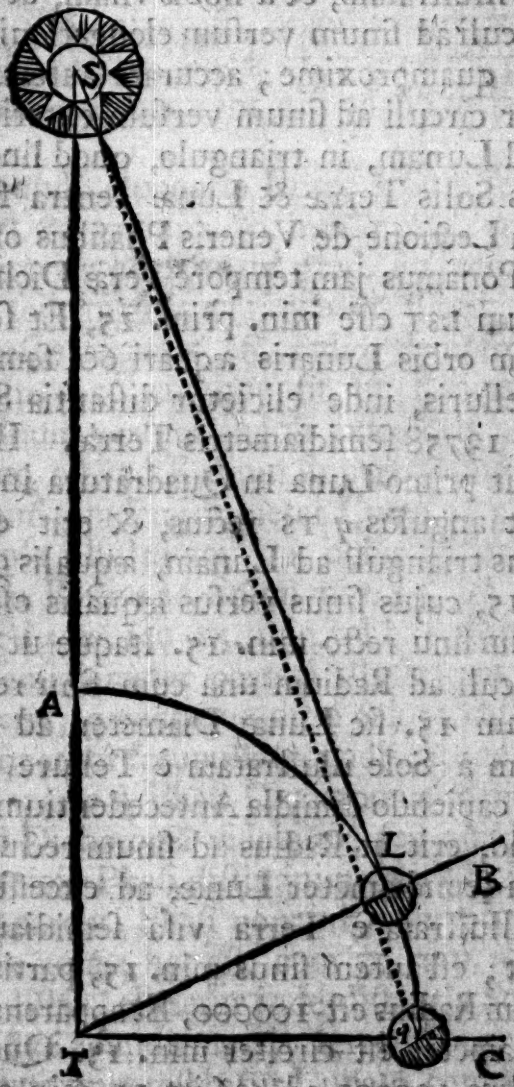
Ariſtarchi methodus. Cum igitur angulus ad Solem, quem Terræ ſemidiameter ſubtendit, tam exiguus ſit, ut obſervatione deprehendi non poſſit, excogitavit *Ariſtarchus Samius* methodum qua angulum ad Solem, quem Lunaris orbitæ ſemidiameter ſubtendit, determinare conatus eſt. Hic enim angulus ſexaginta circiter vicibus priore major eſt; Ad hujus anguli inveſtigationem ſequentia ponit principia.

Oſtenſum fuit in Lectione de Lunæ Phaſibus, quod ſi per Lunæ centrum tranſeat planum ad quod recta, Solis & Lunæ centra conjungens, ſit normalis, hoc planum Hemiſphærium Lunæ illuminatum ab obſcuro dividere; Adeoque ſi planum hoc tranſeat per ſpectatoris oculum in Tellure, Luna tunc dimidiata ſeu biſecta apparebit, & Recta à Terra ad Lunæ centrum ducta erit in plano illuminationis; adeoque ad rectam quæ Solis & Lunæ centra conjungit perpendicularis erit. Sit S Sol, T Terra, AL*q* Quadrans orbitæ Lunaris, Recta SL à Sole ducta Lunæ orbitam tangat in L, & erit angulus TLS rectus; adeoque cum Luna in L videtur, dichotoma apparet: Si itaque obſervetur momentum Temporis cum Luna biſecta videtur, atque eodem momento, capitur angulus LTS elongatio Lunæ à Sole, dabitur hujus anguli complementum ad rectum angulus LST, ſed datur latus TL, unde in triangulo SLT rectangulo dantur anguli, & latus TL, ex quibus dabitur latus ST diſtantia Solis à Tellure.

Verum

Verum maxima est difficultas in determinando temporis momentum, quando Luna est in vera Dichotomia, nam per spatium tempo-

Aristarchi methodus inidonea est ad inveniendam Solis distantiam.



ris ante, & post Dichotomiam notabile, immo in ipsa Quadratura, ejus Phasis à phasi Dichotomiæ distingui nequit, uti observatio nos docet,

cet, & hac etiam ratione oſtenditur. In Lectione de Lunæ Phaſibus demonſtratum à nobis eſt, Diametrum Lunarem eſſe ad ejus partem à Sole illuſtratam, & à nobis viſam, ut Diameter circuli ad ſinum verſum elongationis Lunæ à Sole quamproxime; accurate autem, ut Diameter circuli ad ſinum verſum exterioris anguli ad Lunam, in triangulo, quod lineæ jungentes Solis Terræ & Lunæ centra faciunt; Uti in Lectione de Veneris Phaſibus oſtenſum fuit. Ponamus jam tempore veræ Dichotomiæ augulum LST eſſe min. prim. 15, Et ſemidiametrum orbis Lunaris æquari 60 ſemidiametris Telluris, inde elicietur diſtantia Solis æqualis 13758 ſemidiametris Terræ. His poſitis; Sit primo Luna in Quadratura in *q*; hoc eſt, ſit angulus *q* TS rectus, & erit exterior angulus trianguli ad Lunam, æqualis 90 grad. min. 15, cujus ſinus verſus æqualis eſt radio, una cum ſinu recto min. 15. Itaque ut Diameter circuli ad Radium una cum ſinu recto minutorum 15. ſic Lunæ Diameter ad partem ejuſdem à Sole illuſtratam è Tellure viſam; quare capiendo dimidia Antecedentium, & dividendo, erit ut Radius ad ſinum rectum min. 15, ita ſemidiameter Lunæ, ad exceſſum quo pars illuſtrata è Terra viſa ſemidiametrum ſuperat; eſt autem ſinus min. 15, partium 436 qualium Radius eſt 100000, Et apparens Lunæ ſemidiameter eſt circiter min. 15. Quare fiat ut Radius 100000 ad 436 ita 15. min. ad quartum, qui prodit minor quam quatuor ſcrupula ſecunda; At hæc quantitas adeo exigua eſt, ut omnem ſenſum effugiat; adeoque Luna in

Quadra-

Quadratura (cum ejus Phasis tantilla quantitate Dichotomiam superat) adhuc ut Dichotoma apparebit. Quod si vera Dichotomia in ipsam Quadram incidisset, distantia Solis fuisset infinita, in illo enim casu, angulis s *q* T & ST *q*, existentibus rectis, lineæ ST, T *q* essent parallelæ & non concurrerent nisi ad distantiam infinitam.

Sit secundò elongatio Lunæ à Sole seu angulus STL 89. gr. min. 30. in illo casu, erit angulus exterior ad Lunam grad. 89. min. 45. æqualis scil. angulis STL & LST simul, cujus sinus versus æqualis est radio, dempto sinu recto min. 15. cumque sit ut Radius circuli ad sinum versum anguli exterioris ad Lunam; hoc est, ad Radium sinu recto min. 15. diminutum; ita semidiameter Lunæ ad partem ejus à Sole illustratam & à nobis visam, erit dividendo Radius ad sinum min. 15, ita semidiameter Lunæ seu 15. min. ad excessum quo eadem semidiameter partem illustratam & visam superat, quæ itaque ut in priore casu erit æqualis quatuor scrupulis secundis; atque Luna tantilla parte à Phasi Dichotomiæ deficiens, tanquam Dichotoma videbitur, seu ejus Phasis a Dichotomiæ Phasi distingui nequit. Si itaque in illa apparenti Phasi ponatur momentum Dichotomiæ veræ; hoc est, cum 30. min. à Quadratura distat, elicietur inde distantia Solis æqualis 6876 semidiametris terrestribus.

Observationes testantur Lunam cum à Quadratura 30. min. distat tanquam Dichotomam apparere, & sub ipsa Quadratura, ejus Phasin à Phasi Dichotoma distingui non posse; immo

Dichotoma apparet Luna optimo Teleſcopio viſa, poſtquam Quadraturam ſuperavit, ut ipſe Ricciolus agnoſcit in Almageſti p. 734. Itaque Luna ad minimum per ſpatium unius horæ, tanquam biſecta videbitur, cujus temporis momentum quodlibet eodem jure quo aliud quodvis tanquam momentum veræ Dichotomiæ aſſumi poteſt; & pro infinitis diverſis quæ aſſumi poſſunt temporum momentis, infinitæ diverſæ elicientur Solis à Terra diſtantiæ. Hinc manifeſte patet, diſtantiam Solis accurate hac methodo obtineri non poſſe.

Cum incertum ſit veræ Dichotomiæ momentum, certum tamen ſit Phaſim illam ante Quadraturam accidere; Ricciolus aſſumit articulum temporis medium inter tempus quo phaſis Lunæ ſit dubia & momentum Quadraturæ. Sed rectius feciſſet, ſi aſſumpſiſſet tempus medium inter Phaſim dubiam quando primo Luna cava videri deſiit, & tempus antequam primo convexa apparere incipit, quod tempus contingit poſt Quadraturam, hac ratione Tellurem ad majorem à Sole ſemoviſſet diſtantiam, quam eſt illa quæ ex ejus calculo elicitur.

Non opus eſt hanc methodum ad Dichotomiæ phaſim alligari, nam in alia qualibet phaſi vel à Dichotomia deficiente, vel illam ſuperante, poſſumus Solis diſtantiam inveſtigare æque accurate ac in Dichotomia. Obſervetur enim optimo Teleſcopio Phaſis Lunæ & eodem temporis momento ejus elongatio à Sole, dabiturque per obſervationem pars ſemidiametri Lunæ illuſtrata à nobis viſa, ſi hæc à

ſemidia-

ſemidiametro deficiat, ab illa auferatur, ſin ſuperet, ſemidiameter Lunæ ab illa ſubſtrahatur & notetur reſiduum. Fiatque ut ſemidiameter Lunæ ad hoc reſiduum, ita Radius ad quartum, hic erit ſinus anguli qui ad rectum additus, vel ab eo ablatus, dat angulum exteriorem trianguli ad Lunam, ſed datur Angulus ad Tellurem, qui eſt Elongatio obſervatione cognita, quare hic ab exteriore angulo ablatus dabit angulum ad Solem; quare in triangulo SLT dantur omnes anguli, & latus TL, ex iis innoteſcet ST, diſtantia Telluris à Sole. Sed difficile eſt obſervare accurate quantitatem Phaſis Lunaris, ita ut non in aliquibus ſecundis error admittatur; adeoque neque hac methodo ſatis præciſe obtineri poteſt Telluris à Sole diſtantia. Ex ſimilibus autem obſervationibus certum eſt, Solem longius 7000 ſemidiametris Telluris ab illa diſtare.

Certius cognoſcitur Parallaxis Solis per Parallaxes Martis & Veneris.

Cum itaque tanta ſit Solis diſtantia, ut neque per Eclipſes, neque per Lunæ Phaſes, ejus cognitio obtineri poſſit, ad Planetarum Parallaxes Martis ſcil. aut Veneris inveſtigandas confugiunt Aſtronomi, quæ ſi darentur, Solis quoque Parallaxis & diſtantia per ſe inſcrutabiles, facile elicerentur. Nam ex Theoria motuum Telluris & Planetarum, dantur pro quolibet temporis momento, ratio diſtantiarum Solis & Planetæ à Terra; & Parallaxes Horizontales ſunt in harum diſtantiarum ratione reciproca; quare ſi detur Parallaxis Planetæ cujuſvis, dabitur quoque Parallaxis Solis.

Mars autem in ſitu Achronichio, hoc eſt, Soli oppoſitus, Telluri pluſquam duplo propior eſt

quam

quam Sol, unde ejus Parallaxis pluſquam duplo major erit: At Venus, cum eſt in conjunctione cum Sole inferiore, Terris fere quadruplo eſt vicinior quam Sol, ejuſque proinde Parallaxis in eadem ratione major erit: Quare etſi exigua Solis Parallaxis ſit ſenſibus inobſervabilis, Veneris autem & Martis duplo vel quadruplo majores Parallaxes poſſunt oculis noſtris manifeſte ſe prodere. In perſcrutanda Martis Parallaxi in ſitu Achronichio, non parvam impenderunt operam celeberrimi noſtri ævi Aſtronomi, Eandemque circiter 25. ſcrupulorum ſecundorum, ſaltem non majorem pro certo ſtatuerunt; unde facili negotio colligetur Solis Parallaxim non majorem eſſe 12½ ſecundorum ſcrupulorum; & inde prodit diſtantia Solis à Terra circiter 17200 Telluris ſemidiametris æqualis.

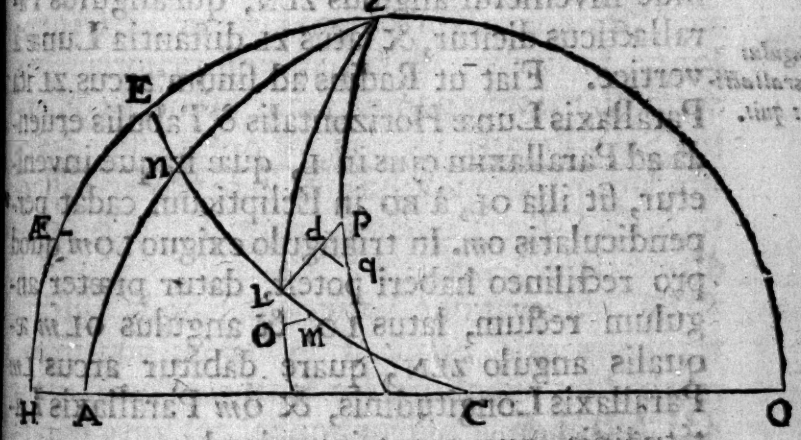
Ex obſervatione Veneris per Solis Diſcum tranſcurrentis, quod Anno 1761. continget, methodum expoſuit Dns Halleius (cui in primis Aſtronomia plurimum debet) qua Parallaxis Solis ejuſque diſtantia ſatis præciſe, ſcil. intra quingenteſimam ſui partem obtineri poſſit; cujus itaque vera quantitas ad illud tempus dubia manebit.

Quo pacto Lunæ Parallaxis ad datum tempus calculo innoteſcat.

Quoniam methodus ab Aſtronomis tradita qua Eclipſes Solis prædicentur, poſtulat ut Lunæ Parallaxes tam in Longitudine quam Latitudine calculo innoteſcant; Quinetiam quotieſcunque locus Lunæ in cælo obſervatus cum eo qui Tabulis elicitur ad comprobandam Lunæ Theoriam comparandus ſit, neceſſe eſt ut locus verus reducatur ad viſum, quod fieri non poteſt niſi

nisi per Parallaxeos calculum. Convenit, ut modum exponamus, quo Lunæ Parallaxis ad datum quodlibet temporis momentum calculo innotescat.

Primo ex Tabulis Astronomicis, computetur locus Lunæ in Ecliptica, ad datum temporis momentum. Et in figura sit HO Horizon, HZG Meridianus, Z vertex; EC Eliptica, in qua sit locus Lunæ, ex Tabulis Astronomicis notus L; Sitque primo Lunæ Latitudo nulla. Ex vertice



z cadat in Eclipticam circulus Latitudinis z*n*, erit punctum N nonagesimus Eclipticæ gradus. Quoniam datur Recta Solis Ascensio, & ex hora data, distantia Solis æquatoria à Meridiano, dabitur punctum Æquatoris culminans. Quod est Ascensio recta medii cæli, seu puncti Eclipticæ quod sub Meridiano jacet; unde & hoc Eclipticæ punctum dabitur, sicuti angulus ZEN Eclipticæ cum Meridiano, quod fiat vel per calculum à nobis in Lectione de Doctrina Sphærica explicatum, vel per Tabulas Astronomicas; unde dabitur arcus Eclipticæ EL.

Sed

Sed datur arcus EÆ declinatio medii cæli seu puncti E, datur etiam ZÆ, quare dabitur arcus ZE; Itaque in triangulo rectangulo ZNE, datur latus ZE, cum angulo ZEN; quare invenietur EN, & punctum N seu nonagesimus Eclipticæ gradus, & ZN ejus à vertice distantia, cujus complementum *n* A est mensura anguli Horizontis & Eclipticæ. Et quoniam datur locus Lunæ L, datur arcus NL. In triangulo itaque ZND rectangulo, dantur latera ZN & NL, inde invenietur angulus ZLN, qui angulus Parallacticus dicitur, & latus ZL distantia Lunæ à vertice. Fiat ut Radius ad sinum arcus ZL ita Parallaxis Lunæ Horizontalis è Tabulis eruenda ad Parallaxim ejus in L, quæ itaque invenietur, fit illa OL, à BO in Eclipticum cadat perpendicularis *om*. In triangulo exiguo LO*m* quod pro rectilineo haberi potest, datur præter angulum rectum, latus LO, & angulus OL*m* æqualis angulo ZLN; quare dabitur arcus L*m* Parallaxis Longitudinis, & O*m* Parallaxis Latitudinis, quæ erant inveniendæ.

Angulus Parallacticus quis.

Habeat jam Luna Latitudinem aliquam, ita ut ejus locus in Ecliptica sit punctum L, sed in circuli Latitudinis LP, puncto P. Et quoniam angulus NLP rectus est, & datur angulus NLZ, dabitur ejus complementum ZLP. In triangulo ZLP, dantur duo latera scil. ZL prius inventum & LP Latitudo Lunæ, & angulus ZLP, quare invenietur latus ZP, cum angulo ZPL: Fiat ut Radius ad sinum arcus ZP ita Parallaxis Lunæ Horizontalis ad quartum, sit is P, hic arcus erit Parallaxis Lunæ in circulo Altitudinis. Sit *q d* arcus Ecliptica parallelus & in

triangulo

triangulo exiguo *d* P *q*, quod pro plano haberi potest, datur præter angulum rectum, latus P*q* cum angulo *dPq* complemento anguli noti ZPL ad duos rectos; quare dabitur P*d* Parallaxis Latitudinis & *q d* Parallaxis Longitudinis. Nam ob parvam Lunæ Latitudinem paralleli arcus *dq*, inter duos circulos Latitudinis interceptus vix differt ab arcu Eclipticæ qui iisdem interjicitur.

LECTIO

LECTIO XXII.

Theoria Motus Telluris Annui.

Planetarum particulares Theoriæ sunt invenienda.

HUCUSQUE generales Planetarum affectiones recensuimus, & Phænomena quæ ex illorum motu, & motu Telluris conjunctim oriuntur, explicavimus. Transeamus nunc ad particulares motuum Theorias contemplandas, quibus singulorum Periodi, à Sole distantiæ, Orbitarum species, & Positiones determinantur; ex quibus datis, eorum loca in Zodiaco, ad datum tempus computari possunt. Et quoniam Planetarum Theoriæ in motu Telluris fundantur, & ejus ope investigantur; Convenit ut à Theoria Terræ incipiamus.

Hæ à Theoria Terræ pendent.

Locus Terræ per observationem loci apparentis Solis cognoscitur.

Ostensum fuit in Lectione septima, quod ex Telluris motu circa Solem, oritur apparens Solis motus in Ecliptica annuus, & quod Sol ex Tellure conspectus videtur eundem in cælo circulum describere, Eclipticam scil. quem spectator in Sole constitutus Tellurem percurrere conspiceret. Locus autem Telluris è Sole spectatus semper è diametro opponitur ei, in quo Sol è Terra visus in Ecliptica apparet; Adeoque quando Sol à nobis videtur in ♈, Tellus revera signum ♎ occupat; cum hic in ♋ cernitur, illa ♑ tenet. Adeoque ex loco Solis apparente, observatione cognito, semper habebitur Locus Telluris in propria orbita è Sole visus.

Cum

Cum Ecliptica Æquinoctialem secet in duobus punctis oppositis, Sol bis in quolibet anno, in Æquinoctiali circulo videbitur, cum scil. ad sectiones motu apparenti pervenerit; in reliquo omni anni Tempore, vel in Boream, vel in Austrum declinare videbitur; maxime autem ab Æquatore distat, in punctis Eclipticæ ab utraque sectione æque distantibus; hoc est, 90. gradibus ab utraque sectione remotis; In quibus dum Sol videtur, Declinationem per aliquot dies vix mutare observatur, dieſque iidem fere manent longitudine. Et proinde puncta illa quæ sunt initium ♋ & initium ♑ Solstitia dicuntur. Sicuti puncta Intersectionum Æquinoctialis & Eclipticæ, Æquinoctia appellantur, quoniam Sol in iis visus, dies noctibus æquales efficit.

Puncta Æquinoctialia & Solstitialia.

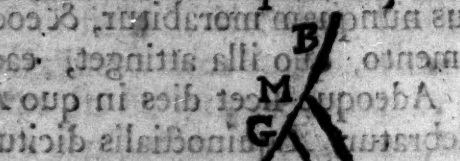
Cum Sol continuo in Ecliptica incedere, & singulis diebus gradum circiter unum versus orientem promoveri videtur; in punctis Æquinoctialibus nunquam morabitur, & eodem temporis momento, quo illa attinget, eadem relinquet. Adeoque licet dies in quo Æquinoctium celebratur, Æquinoctialis dicitur; quod dies ille nocti æqualis censetur, hoc tamen præcise verum non est, nisi Æquinoctium in ipsa Meridie celebretur; Nam si Sol oriens æquinoctium vernale ingressus fuerit, vespere occidens spatio 12. minutorum ab æquinoctio declinabit; adeoque dies ille erit duodecim horis longior, & nox sequens brevior. Sed differentia tantilla est, ut in rebus physicis negligi possit.

Dies non sunt nocti-bus æquales nisi Sol in meridie puncta Æquinoctialia ingrediatur.

Temporis

Tempus Æquinoctii observatione determinatur.

Temporis momentum, quo Sol æquinoctia ingreditur, ex data Latitudine loci, ſic obſervatione innoteſcet. In ipſo die Æquinoctii aut circiter, inſtrumento affabre facto, & in gradus & minuta minutorumque partes diviſo, capiatur Solis Altitudo Meridiana; ſi hæc æqualis fuerit Altitudini Æquatoris, ſeu complemento Latitudinis loci, Æquinoctium illo ipſo momento celebratur, ſin differant, notetur differentia, erit illa Solis Declinatio. Die deinde ſequente, rurſus obſervetur Solis Altitudo Meridiana, & exinde eliciatur ejus Declinatio, ſi Declinationes ſic inventæ fuerint diverſi nominis, puta una Auſtralis, altera Borealis, cadet Æquinoctium in aliquo temporis intermedii puncto, inter obſervationes, elapſi; ſin ejuſdem ſint nominis, nondum factum erit Æquinoctium, vel præteritum: Ex his declinationibus obſervatis, momentum Æquinoctii hac ratione exquiritur; ſit CAB por-



tio Eclipticæ, ÆAQ Æquatoris arcus, eorumque interſectio punctum A, ſit CÆ Declinatio Solis in prima obſervatione, ED ejus Declinatio in ſecundâ, erit CE motus Solis in Ecliptica, uni diei competens. In triangulo Sphærico rectangulo

angulo CÆA, datur angulus A, qui est Inclinatio Eclipticæ ad Æquatorem, (quam Lectione XX. invenire docuimus) Item CÆ Declinatio Solis observata; invenietur itaque arcus CA. Et in triangulo AED rectangulo ad D, ex datis DE, & angulo A, invenietur AE, inde dabitur arcus CE, Arcuum scil. CA, AE summa vel differentia. Fiat igitur ut CE ad CA, ita 24. horæ ad spatium temporis inter observationem primam, & momentum Æquinoctii, quod proinde dabitur.

Quantitas Anni Tropici determinatur.

Si proxime sequenti anno, rursus observetur ejusdem Æquinoctii momentum, tempus intermedium dabit spatium unius anni Tropici, seu Tempus in quo Sol, vel potius Terra Ecliptica percurrit, quod annus Tropicus dicitur; quia illo peracto, Anni Tempestates eædem redeunt. Verum per observationes, spatio temporis tantum annuo distantes, non tuto determinatur Quantitas Anni, nec exinde pendens motus Solis apparens, seu Terræ verus definiri potest; Nam error parvus, puta unius minuti, observando admissus, continuo auctus, & annorum decursu, eorum numero multiplicatus, in enormem excresceret magnitudinem. Igitur Astronomi accuratius annum definiunt, capiendo duas Æquinoctii observationes, longissimo annorum intervallo à se invicem dissitas, & dividendo tempus inter observationes elapsum, per numerum revolutionum Solis; Quotiens exhibebit tempus uni revolutioni seu anno congruens; Nam sic error, si quis sit in observando commissus, is in plures annos distributus, insensibilis evadit.

Anni tempus sic definitum invenitur constare diebus 365. horis 5. min. 48. secundis 57; quod Tempus minus est Periodo Telluris circa Solem in propria orbita, qui Annus Anomalisticus, vel Periodicus dicitur: Nam ob Præcessionem Æquinoctiorum, à nobis in Lectione octava explicatam, qua puncta Æquinoctialia quotannis minutis secundis 50. regrediuntur Solique obviam eunt, Sol prius Æquinoctio occurret, quam totum circulum seu orbitam absolverit, est autem Periodus seu Annus Anomalisticus dierum 365. horarum 6. min. 9. secundis 14.

Annus Anomalisticus.

Motus Solis in Ecliptica inæquabilis observatur.

Si motus Telluris circa Solem æquabilis esset; hoc est, si æquales angulos circa Solem temporibus æqualibus describeret Tellus, motus Solis in Ecliptica visus, esset etiam æquabilis; ejusque motus diurnus esset 59. minut. prim. & 8. min. secund. unde motus Solis visus, ejusque locus in Ecliptica ad quodlibet tempus, facili computatione innotesceret; verum ex observationibus constat, motum Solis apparentem minime æquabilem esse, & illum aliquot Eclipticæ portiones velociore gradu percurrere, in aliis lentius incedere; Et speciatim in Boreali Eclipticæ semicirculo describendo, Sol octo plures dies impendit, quam dum per Australem movetur, qui æquali præcise tempore hunc semicirculum apparenter percurreret, ac priorem, si motu æquabili lata esset Tellus. Præterea si quotidie observationibus factis, exploretur motus Solis apparens in Ecliptica, is aliquibus diebus deprehendetur

tur minuta 61. adæquare, & in aliis minuta 57. non ſuperare.

Qua ratione Solis motus diurnus exploretur.

Solis motus in Ecliptica diurnus hac ratione exquiritur, ſit CB Ecliptica, ÆQ Æquator, eorum interſectio A, capiatur inſtrumento Altitudo Solis Meridiana, & nota quoque ſit Altitudo Æquatoris in loco obſervatoris, harum Altitudinum differentia erit Declinatio Solis, quæ proinde dabitur. Sit G locus Solis in Ecliptica, FG ejus Declinatio, in triangulo rectangulo GFA, ex dato latere FG & angulo A, invenietur arcus AG diſtantia Solis ab æquinoctio, ſeu ejus Longitudo, & proinde ejus Locus in Ecliptica in momento obſervationis; die deinde ſequente, ſimiliter in Meridie exploretur Solis Declinatio, quæ ſit ML, ex qua & angulo A, eodem modo innoteſcet arcus MA, ex illo ſublato AG, relinquetur arcus Eclipticæ GM à Sole uno die deſcriptus, cujus quantitas pro vario Telluris in orbita ſua loco, varia erit.

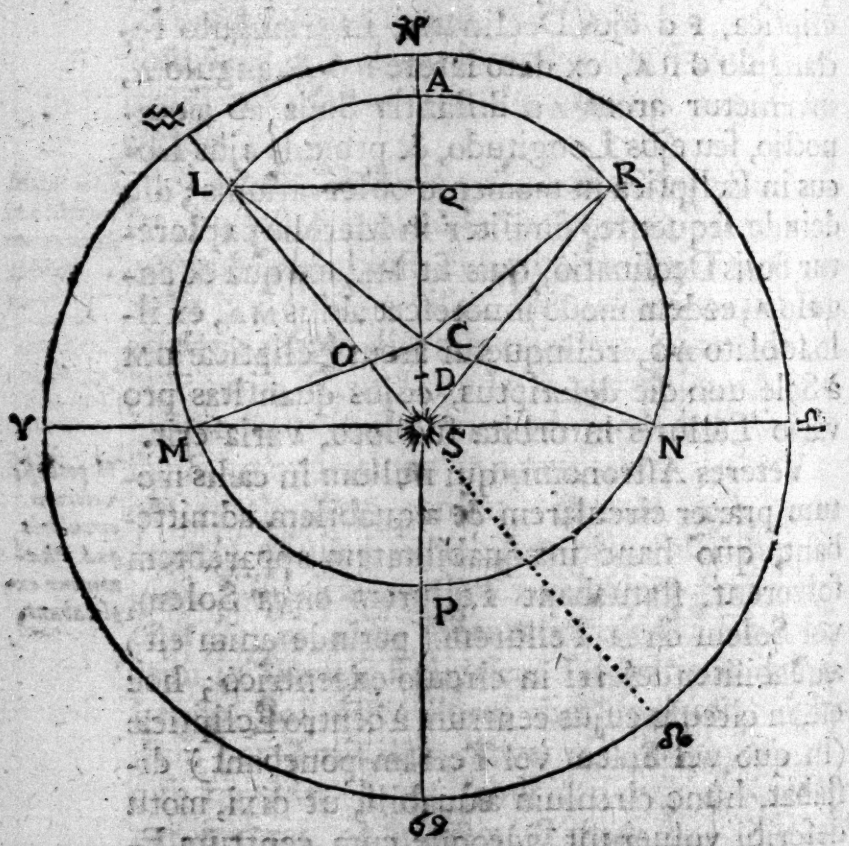
Vide Fig. pag. 352.

Hypotheſis veterum circularis quâ Phænomena explicabant.

Veteres Aſtronomi, qui nullum in cælis motum præter circularem & æquabilem admittebant, quo hanc inæquabilitatem apparentem ſolverent, ſtatuebant Tellurem circa Solem, vel Solem circa Tellurem (perinde enim eſt) æquabiliter deferri in circulo excentrico; hoc eſt, in circulo cujus centrum à centro Eclipticæ (in quo vel Solem vel Terram ponebant) diſtabat, hunc circulum æquabili, ut dixi, motu deſcribi voluerunt, ideoque cum centrum Eclipticæ à centro motûs æquabilis diſtet, Telluris vel Solis motus ex centro Eclipticæ viſus inæquabilis videbitur.

Sit circulus ♈ ♋ ♎ ♑ Ecliptica, cujus centrum tenet Sol, MPNA orbita Terræ, ejuſque centrum C, diſtans à centro Eclipticæ recta C S quæ Excentricitas dicitur; Tellus in hoc circulo motu æquabili moveri ſupponitur; ideóque erunt anguli omnes circa centrum C deſcripti temporibus proportionales, & ex C viſa Tellus, non tardius videbitur incedere in

Excentricitas quid?



A, quam in P. At ex centro Eclipticæ ſpectata, quoniam in A longius diſtat, quam in P, minores Eclipticæ arcus temporibus æqualibus videbitur deſcribere, in illo, quam in hoc ſitu.

Adeoque

Adeoque Tellure in A existente, ex illa spectator Solem aspiciens in ♋, illum lentiore motu in Ecliptica ferri videbit, quam cum Tellus est in P, & Sol in ♑ exinde spectatur.

Et quoniam Arcus Excentrici NAM major est semicirculo, & NPM semicirculo minor, patet longiore tempore describi arcum NAM quam NPM; sed tempore, quo Tellus fertur per peripheriam NAM, Sol videtur semicirculum Eclipticæ borealem ♈ ♋ ♎ percurrere, & dum Tellus movetur per arcum MPN, Sol per alterum australem Eclipticæ semicirculum deferri conspicitur, unde patet ratio brevioris moræ in hoc quam in illo.

Qua ratione Excentricitas & Apsidum positio in hac Hypothesi determinantur.

His positis, Excentricitatem orbitæ, Apsidumque positiones, hac ratione determinare licet. Observentur eodem anno, momenta utriusque Æquinoctii, Vernalis scil. & Autumnalis; Item locus Solis in Ecliptica, in alio quovis tempore intermedio, qui sit ♌, Tellure in ♒ existente. Cum Tellus est in orbitæ suæ puncto N, videtur Sol in Eclipticæ puncto ♈, deinde ad L delata Terra, Sol in ♌ apparet; ad M vero diventa Tellure, in ♎ conspiciendus erit Sol. Ducantur ad Telluris locum in L, rectæ SL, CL item CM, MN, CN jungantur & CM, SL se interfecent in O. Ex observatis Solis locis, dabitur angulus ♈ S ♌, & hujus ad duos rectos complementum ♒ S ♈. Porro ex intervallis temporum inter observationes datis, dantur arcus LM seu angulus LCM, item arcus NAM temporibus proportionales, unde & arcus NPM & angulus NCM quoque dabuntur. In triangulo Isoscele MCN, ex dato angulo

MCN, dabuntur anguli M & N ad baſim; uterque enim eſt dimidium complementi anguli MCN ad duos rectos. Sed in triangulo MOS, datur ex obſervatione angulus MSO, hoc eſt, ♈S ♒; unde dabitur quoque angulus MOS datorum complementum ad duos rectos, & huic æqualis angulus LOC. Ponatur LC Radius Excentrici eſſe partium 100000. Et in triangulo LCO, ex datis angulis, & latere LC, dabitur latus OC, ſed datur MC æqualis LC; ergo innoteſcet MO. In triangulo MOS dantur omnes anguli, & latus MO, inde invenietur OS. Denique in triangulo SOC, ex datis SO, OC & angulo SOC, qui eſt anguli SOM complementum ad duos rectos; Invenietur SC Excentricitas, & angulus OSC, ad quem addatur angulus MSO, & habebitur angulus MSA; ſeu arcus ♈♈ diſtantia Aphelii ab Æquinoctio, ex quo, datur poſitio lineæ Apſidum. Q. E. I.

Hac methodo, inveniebant Aſtronomi Excentricitatem SC eſſe partium 3450, qualium Radius Excentrici eſt 100000. Unde motum locumque Solis ad datum tempus calculo facili ſequente inveſtigabant: Sit in orbita Terræ AP linea Apſidum, A Aphelion, L Tellus orbitam circularem uniformiter deſcribens, arcus AL vel angulus ACL tempori proportionalis erit Anomalia Terræ media; ſicuti Arcus Ecliptícæ ♈♒, ſeu angulus ASL Anomalia ejus vera, data jam Anomalia media AL, datur ejus ſinus LQ; & coſinus QC, cui addatur nota Excentricitas, & dabitur tota SQ. Fiatque ut SQ ad LQ, ita Radius ad Tangentem anguli QSL; qui itaque erit notus. Vel ſic. In triangulo

Vide Fig. pag. 356.

SCL

SCL, dantur latera SC, CL & angulus SCL complementum Anomaliæ mediæ ad duos rectos, unde invenietur angulus LSC vel LSA Anomalia vera: Nempe fiat, ut CL + CS ad CL — CS, ita Tangens semissis anguli LCA, ad quartum qui erit Tangens semissis differentiæ angulorum CSL & CLS; Hinc cum SC & CL sint datæ & constantes quantitates, differentia Logarithmorum CL + CS & CL — CS, erit constans quantitas; adeoque si illa semper auferatur à Tangente Logarithmecâ semissis anguli LCA, dabitur Tangens Log. semidifferentiæ angulorum CLS & CSL, sed datur eorum summa, unde innotescet angulus LSA, qui ostendet locum Telluris in Ecliptica è Sole visum; & punctum Ecliptice huic oppositum, erit locus Solis ex Tellure apparens. Q. E. I.

In primo Anomaliæ semicirculo ALP, Anomalia media ACL major est verâ ASL. Nam est angulus externus ACL major interno & opposito ASL. Et si ab Anomalia media ACL auferatur angulus CLS restabit angulus ISC Anomalia vera. In secundo Anomaliæ semicirculo PRA, Anomalia media est minor vera; sit enim Terra in R, erit Anomalia media arcus APR, vel rejecto semicirculo arcus PR, vel huic proportionalis angulus PCR. At Anomalia vera, rejecto semicirculo, est angulus PSR, qui æqualis est PCR & CRS, unde si ad Anomaliam mediam addatur angulus CRS, habebitur Anomalia vera PSR, locusque Terræ in Ecliptica; Angulus CLS vel CRS dicitur *Æquatio & Prosthapheresis*, eo quod nunc addendus

Æquatio & Prosthapheresis Quid?

dendus sit, nunc subtrahendus à motu æquabili, quo habeatur motus verus.

Hæc veterum Theoria, cum motu Solis apparente ex crassis eorum observationibus elicito, satis accurate congruebat; At aliorum Planetarum motus non secundum similem Theoriam peragi, observationes testantur, & agnoscit Ptolemæus. Est præterea in ipso Sole Phænomenon, cui non respondit veterum Theoria, quodque illam falsam esse evincit, scil. observationes accuratissime factæ ostendunt Solis diametrum apparentem in Aphelio, esse minutorum 31. secund. 29, in Perihelio, min. 32. secund. 33, sed diametri Solis Apparentes sunt reciproce ut solis distantiæ à Tellure, unde prodit veram Solis distantiam cum Terra est in Aphelio, esse ad distantiam Solis in Perihelio, ut 1953 ad 1889. Sed si superius tradita Theoria vera esset, distantia Aphelii esset ad distantiam Perihelii, ut 10345 ad 9655, quæ ratio major est priore; Nam si Excentricitas esset partium 345, qualium Radius Excentrici est 10000. Et si diameter apparens Solis in Perihelio sit 32′ 33″, Diameter in Aphelio erit tantum 30′ 22″; contra observationes. Falsa est itaque illa Theoria, quæ tantam ponit Excentricitatem. Nam bisectâ Excentricitate, ejus semissis melius respondet diametris Solis apparentibus observatis. At talis Excentricitas, posito quod centrum Excentrici sit centrum quoque motus medii, non æque Phænomenis motuum congruit. Nam observationes testantur Æquationes seu Prosthapherises duplo majores esse, quam quæ ex bisecta Excentricitate eliciuntur;

ciuntur; adeoque neceſſe eſt ut falſa ſit illa veterum Theoria.

Hæc perſpiciens ſagaciſſimus Keplerus, docuit Excentricitatem biſecandam eſſe, ita ut centrum Excentricæ orbitæ ſit in ☋, medio loco inter Solem & punctum c, ex quo Telluris motus viſus æquabilis apparet, punctumque illud c ab excentrici centro diverſum & dimidiâ veterum Excentricitate ab eo diſtans, centrum medii motus dicebatur, quia ex illo, motus Telluris ſemper videndus ſit ad ſenſum medius inter celerem & tardum ejus in Ecliptica inceſſum. *Kepleri correctio hujus Theoriæ.*

Verum Copernicus, aliique Aſtronomi abſurdum eſſe cenſebant, Tellurem in circulo deferri, cujus centrum diverſum ſit à centro motûs æquabilis, ex quo ſequeretur Tellurem inæquabili motu peripheriam orbitæ ſuæ percurrere contra Axioma ab iis ſtabilitum quo motum omnem in cælis æquabilem ſtatuebant. Ideoque Keplerus cum demonſtraſſet Martem, & Planetas reliquos, non in orbitis circularibus, ſed Ellipticis deferri circa Solem in Ellipſeos focorum uno conſtitutum, eaque lege motus eorum temperari, ut Radii à Planetis ad Solem ducti verrant Areas Ellipticas temporibus proportionales, æquum eſſe cenſebat ut Tellus eadem lege, in ſimili orbita circa Solem quoque deferatur: Hæc Theoria omnibus Phænomenis ad amuſſim reſpondet, ſed ex illa ſequitur, nulla dari centra motuum æquabilium, ex quibus angulos temporibus proportionales deſcribentes videri poſſunt Planetæ. Hinc factum eſt, ut plurimi Aſtronomi centrum

trum motûs æquabilis dari ſtatuentes, hanc Kepleri Theoriam rejiciebant, ſed Ellipticam tamen orbitæ formam retinebant; Et quoniam in Ellipſeos Axe ſunt duo puncta in æqualibus à centro diſtantiis quæ foci appellantur, in quorum altero Sol locatur, & alter à centro Ellipſeos tantum diſtat, quantum Sol; Hunc focum dupla excentricitate à Sole diſtantem, tanquam centrum motus æquabilis ponebant, & ex illo Planetas deſcribere angulos temporibus proportionales dicebant. Quod quidem in Ellipſibus parum Excentricis, quam proxime verum eſt, uti agnoſcit Keplerus & in ſequentibus demonſtrabitur. Huic Hypotheſi eo magis favebant, quod nulla illis innotuit methodus directa & Geometrica in Kepleri Theoria, inveniendi Anomaliam veram, ex media; quod per alteram Theoriam facillime præſtabant. Ob hunc itaque defectum, Aſtronomi non pauci Keplero ἀγεομετρησίαν objicientes ad alias Hypotheſes veris naturæ legibus minus congruas confugiebant; fingendo punctum aliquod, quod eſſet centrum motus æquabilis, è quo Planetæ angulos temporibus proportionales deſcribere videantur. Cum tamen Theoria Kepleri locum revera in natura obtineat; & obſervationes teſtentur Planetas omnes ſecundum ejus leges mòtus ſuos temperari, illa ob defectum Geometriæ rejicienda non eſt; nec video cur culpa in Theoriam tranſferenda ſit, quæ Aſtronomorum in Geometria imperitiæ potius debetur. Quo autem ἀγεομετρίας labes in poſterum deleatur, In ſequenti Lectione methodum oſtendemus directam, eliciendi Planetæ Anomaliam veram ex media.

LECTIO

LECTIO XXIII.

De Motu Planetæ in Ellipsi. Et Solutio Problematis Kepleri, de sectione Areæ Ellipticæ.

KEPLERUS primus demonstravit Planetas non in orbitis circularibus, sed Ellipticis, deferri, Solemque in Ellipseos focorum alterutro situm, ea ratione circumire; ut Radius à Planeta ad Solis centrum protensus semper verrat Areas Elliptieas, quæ temporibus quibus describuntur sunt proportionales.

Divinum hoc sagaciſſimi Kepleri inventum, exactiſſimis Tychonis Braheæ obſervationibus debetur, & tanto magis eſt ſuſpiciendum, quod illius ope, Univerſales motuum leges, totumque ſyſtema Mundanum, hoc eſt, Philoſophiam cæleſtem fæliciſſime à nemine antea perſpectam patefecit D^nus. *Newtonus*.

In Planetis quadrata Temporum Periodicorum ſunt ut Cubi diſtantiarum à Sole.

Demonſtravit etiam Keplerus ex obſervatis motibus, in Univerſis Planetis Tempora Periodica eſſe in ſeſquiplicata ratione diſtantiarum à Sole mediarum, ſeu Axium majorum Ellipſium quæ ſunt diſtantiarum mediarum dupla; hoc eſt, Quadrata temporum Periodicorum ſunt ut cubi Axium majorum. Adeoque ſi in duabus diverſis Ellipſibus, Axes majores nominentur A, *a*, Tempora Periodica T, *t*, erit $T^2 : t^2 :: A^3 : a^3$ & $T : t :: A^{\frac{3}{2}} : a^{\frac{3}{2}}$.

Areæ Ellipticæ à diverſis Planetis eodem

Hinc ſequitur in diverſis Ellipſibus, Areas ſimul,

temporedescriptæ sunt ut in subduplicata ratione Laterum Rectorum Ellipsium.

simul, vel æqualibus temporibus descriptas esse, in subduplicata ratione Laterum Rectorum Ellipsium: quod sic ostendo. Notum est ex naturâ Ellipseos quod ejus Area tota sit ut rectangulum sub Axibus. Hoc est, si Ellipseos majoris Axes dicantur A & M, minoris a & m; erit Area Ellipseos majoris ad Aream minoris ut $A \times M$ ad $a \times m$; Adeoque cum de Arearum ratione agatur, hæc rectangula loco Arearum poni possunt. In majore Ellipsi dicatur Area in aliquo tempore descripta X, in minore Area eodem tempore descripta vocetur x, & tempus quo describuntur Areæ vocetur y. Ellipsium Latera Recta sint L & l. Tempora Periodica T. t. Ex supra explicata Theoria est,

$$X : A \times M :: y : T. \text{ item}$$

$$a \times m : x :: t : y \text{ unde ex æquo}$$

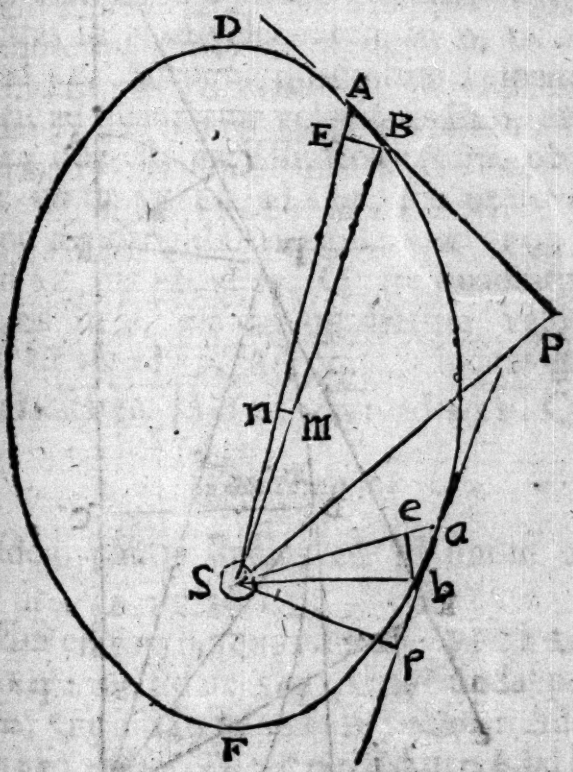
$$X \times a \times m : x \times A \times M :: t : T :: a^{\frac{3}{2}} : A^{\frac{3}{2}}.$$

sed quoniam est Axis minor media proportionalis inter Axem majorem & Latus rectum erit $M = A^{\frac{1}{2}} \times L^{\frac{1}{2}}$ & $m = a^{\frac{1}{2}} \times l^{\frac{1}{2}}$ unde $X \times a^{\frac{3}{2}} \times l^{\frac{1}{2}} : x \times A^{\frac{3}{2}} \times L^{\frac{1}{2}} :: a^{\frac{3}{2}} : A^{\frac{3}{2}}$, quare $X \times l^{\frac{1}{2}} = x \times L^{\frac{1}{2}}$ & $X : x :: L^{\frac{1}{2}} : l^{\frac{1}{2}}$ sunt itaque in diversis figuris, Areæ simul descriptæ in subduplicata ratione Laterum Rectorum. Q. E. D.

Cum itaque Lex secundum quam Planetarum motus reguntur, sit æquabilis arearum descriptio, necesse est, ut non uniformi, sed inæquali celeritate Planetæ in orbitis ferantur, & à Perihelio ad Aphelium tendentes, remissiore gradu continuo incedant, ab Aphelio autem ad Perihelion descendentes, gradum accelerent, & in Apheliis tardissime, in Periheliis celerrime moveantur. Et velocitas erit ubique

reci-

reciproce, ut perpendicularis à centro Solis demissa in rectam quæ per Planetam transit & orbitam tangit. Sit DAF Ellipsis, cujus focus S; & sint arcus AB, *a b* æqualibus temporibus quam minimis descripti; Erunt triangula SAB *s a b* æqualia, sunt enim Areæ quas Radius vector æqualibus temporibus describit. Ex foco S in tangentes AP, *a p* demittantur perpendiculares SP, *sp*; Et erit triangulum SAB æquale $\frac{1}{2}$ SP×AB, sicut triangulum S *a b* æquale $\frac{1}{2}$ *sp*×*ab*.

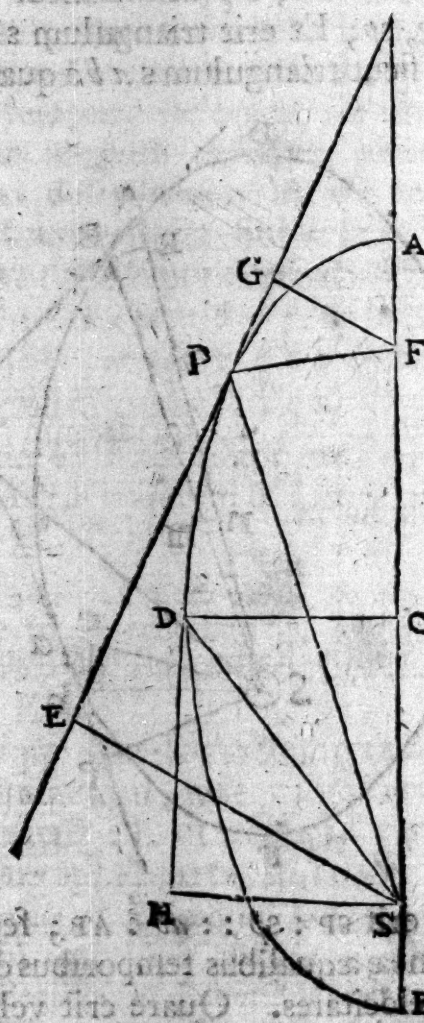


Adeoque erit SP : *sp* : : *ab* : AB; sed *ab*, AB cum sint lineæ æqualibus temporibus descriptæ, sunt ut velocitates. Quare erit velocitas in *a* ad velocitatem in A ut perpendiculum SP ad *sp* perpendiculum. Sequentia

Sequentia duo de Planetarum motibus invenit Theoremata Cl. Geometra *Abrahamus De Moivre.*

Theorema 1.

Sit APB orbita Elliptica, in qua movetur Planeta circa Solem in foco S locatum, Sit C



centrum

centrum Ellipseos, CB semiaxis major, CD semiaxis minor; F alter focus, & sit Planeta in P; Ductis rectis SP FP, erit velocitas Planetæ in P ad velocitatem in distantia ejus media SD, in subduplicata ratione distantiæ ejus FP ab altero Ellipseos foco F, ad ejusdem distantiam à Sole SP. Recta EPG tangat Ellipsim in P, & à focis in tangentem demittantur perpendiculares SE FG. & DH tangat orbitam in D in quam cadat perpendicularis ex S recta SH.

Per Corol. Prop. primæ *Princip. Newtoni.* Est velocitas in P ad velocitatem in D, ut SH seu CD ad SE. Adeoque quadratum velocitatis in P, erit ad quadratum velocitatis in D, ut CDq: ad SEq hoc est, ex Ellipseos natura, ob $CDq = SE \times FG$ ut $SE \times FG$, ad SEq; seu ut FG ad SE: Sed ob æquiangula triangula SPE FPG, est ut FG ad SE, ita FP ad SP. Quare quadratum velocitatis in P, est ad quadratum velocitatis in D, ut FP ad SP. Adeoque velocitas in P est ad velocitatem in D ut $\sqrt{FP}$ ad $\sqrt{SP}$. Q.E.D.

Theorema 2.

Iisdem positis Radius est ad sinum anguli SPE ut $\sqrt{SP \times FP}$ ad CD.

Nam est $SPq : SP \times FP :: SP : FP :: SE : FG :: SEQ : SE \times FG :: SEq : CDq$ unde permutando $SPq : SEq :: SP \times FP : CDq$: Adeoque $SP : SE :: \sqrt{SP \times FP} : CD$: sed ut SP ad SE ita Radius ad sinum anguli SPE. Adeoque ut Radius ad sinum anguli SPE, ita $\sqrt{SP \times EP}$ ad CD. Q. E. D.

Velocitas

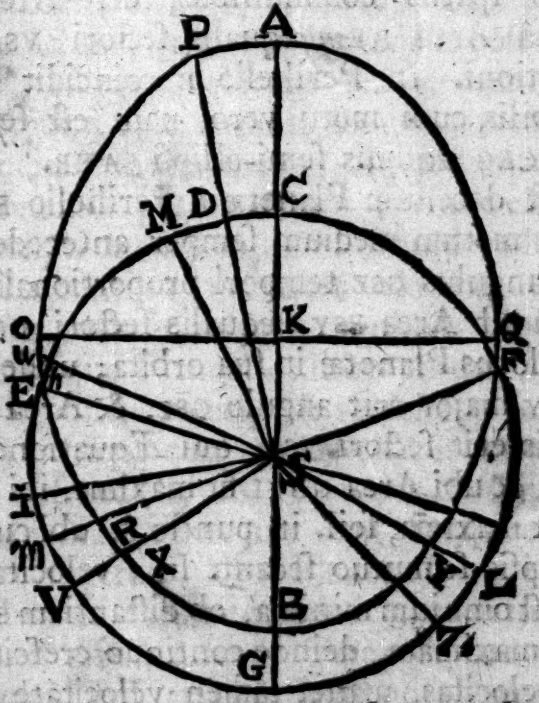
Velocitas Planetæ angularis, ſeu angulus quem ad Solem dato tempore minimo deſcribit Planeta, eſt ubique reciproce in duplicata ratione ejus diſtantiæ à Sole; ſeu reciproce ut Quadratum diſtantiæ: ſint AB *ab* arcus Elliptici æqualibus temporibus percurſi. Centro S, intervallis SB, S*b*, deſcribantur arcus minimi BE, *be*, in S*b* capiatur S*m* æqualis S*b* & deſcribatur arcus *mn*. Et erit velocitas angularis in *b* ab velocitatem angularem in B, ut arcus *be* ad arcum *mn*. Sed ratio *be* ad *mn* componitur ex ratione *be* ad BE, & BE ad *mn*; Et quoniam triangula BSA, *b*SA ſunt æqualia, erit *be* ad BE ut SB ad S*b*. Eſt vero BE ad *mn* (quia ſunt arcus ſimiles) ut SB ad S*m*, ſeu ut SB ad S*b*. Quare erit velocitas angularis in *b* ad velocitatem angularem in B, in ratione compoſita SB ad S*b* & SB ad S*b*, hoc eſt, ut quadratum SB ad quadratum S*b*.

Vide Fig. pag. 365.

Sed ut inæquales Planetæ motus, variaque velocitatis incrementa & decrementa manifeſtius vobis exponantur; convenit Planetæ motum in diverſis orbitæ ſuæ locis cum motu æquabili corporis in circulo lati comparare. Sit itaque Planetæ orbita AEBF, cujus focus in quo Sol, Axis major AB, minor OQ. Centro S intervallo SE, quod ſit medium proportionale inter AK, & OK, Scil: inter ſemiaxem majorem & minorem, deſcribatur circulus CEGF; hujus circuli Area erit æqualis Areæ Ellipſeos, uti facile eſt ex Conicis demonſtrare. Ponamu punctum aliquod peripheriam CEGF æquabiliter percurrere, eodem tempore quo Planeta in Ellipſi periodum ſuam abſolvit, cumque Planeta

in

in Aphelio A existit, punctum æquabiliter incedens sit in lineæ Apsidum puncto C, hoc punctum motu suo, Motum Planetæ medium seu æquabilem exponet; & describet circa S sectores circulares temporibus proportionales, & æquales Areis Ellipticis à Planeta eodem tempore descriptis.



Sit jam motus æquabilis, seu angulus circa S descriptus tempori proportionalis CSM, Capiatur Area ASP æqualis sectori CSM, & locus Planetæ in propria orbita erit P, angulusque MSD differentia inter motum Planetæ verum & medium erit Æquatio seu Prosthaphæresis, & Area ACDP erit æqualis sectori DSM; Est itaque Area ACDP Prosthaphæresi seu Æquationi proportionalis. Adeoque ubi hæc Area est maxima, ibi æquatio erit maxima, sed Area illa

Ubi Æquationes seu Prosthaphereses sunt maximæ.

illa eſt maxima in puncto E, ubi circulus & Ellipſis ſe mutuo ſecant, nam ulterius deſcendente Planeta ad R, Æquatio fit proportionalis differentiæ Arearum ACE & *m* ER; ſeu Areæ GBR*m*; ſit enim V locus puncti peripheriam circularem æquabiliter deſcribentis, & erit ſector CSV æqualis Areæ Ellipticæ ASR, unde ablatis ſpatiis communibus, erit Area ACE demptâ Areâ RE*m* æqualis ſectori VS*m*, ſeu Æquationi. In Perihelio B coincidit motus æquabilis cum motu vero, nam eſt ſemicirculus CEG æqualis ſemi-ellipſi AEB.

Poſt deceſſum Planetæ à Perihelio B, ejus motus motum medium ſemper antecedet; ſit enim angulus GSZ tempori proportionalis. Capienda eſt Area BSY æqualis ſectori GSZ, & erit Y locus Planetæ in ſua orbita; unde angulus BSY major erit angulo GSZ, & Area GBYL æqualis erit ſectori ZSL, qui Æquationem deſignat, & ubi Area GBYL fit maxima, ibi æquatio erit maxima, ſcil. in puncto E, ubi circulus & Ellipſis ſe mutuo ſecant. In A velocitas Planetæ eſt omnium minima, ob diſtantiam SA omnium maximam, deinde continuo creſcit Planetæ velocitas, manet tamen velocitate media minor, uſque dum ad E interſectionem circuli & Ellipſeos pervenit Planeta, ubi ejus velocitas angularis fit mediæ æqualis, quod ſic oſtendo. Cum Planeta eſt in E, ſit punctum medio motu in circulo incedens in *m*, ſintque Areæ circa S eodem tempore quam minimo deſcriptæ *n* SE, & ſector I S *m*, erunt illæ æquales, unde *b* E × E S æqualis I*m* × S*m*, quare ob S*m*, ES æquales, erit arcus E*b* = arcui I *m*, & angulus

Ubi velocitas eſt omnium minima.

Ubi Planetæ velocitas fit velocitati mediæ æqualis.

gulus *n* SE æqualis angulo i s *m*, ad punctum itaque E est velocitas Planetæ angularis æqualis velocitati mediæ. exinde descendente Planeta versus Perihelion, velocitas fit major mediâ, & continuo crescit ob continuo diminutam distantiam, donec in Perihelio B fit omnium maxima, ob distantiam SB omnium minimam. Ex quo discedens planeta, & ad Aphelion ascendens, punctum medio motu incedens post se relinquet, sed ejus velocitas semper minuitur, quo longius à Sole recedit, semper tamen manet velocitate media major, usque dum ad intersectionem F pervenit, ubi rursus velocitas fit velocitati mediæ æqualis. Deinde ulterius pergendo, continuo decrescit velocitas, donec Aphelion attingit, ubi fit omnium minima.

Ubi velocitas sit maxima.

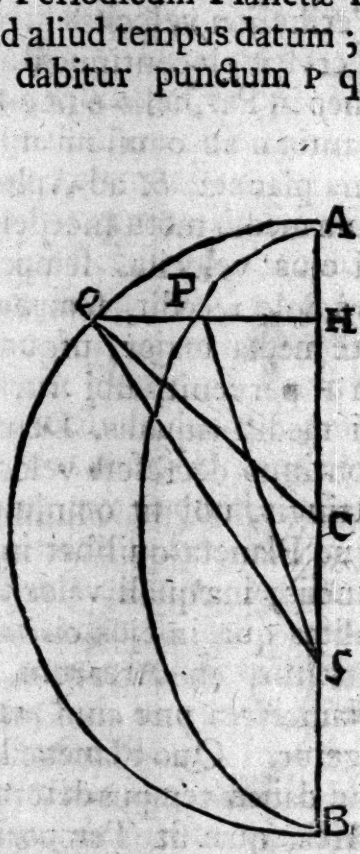
Cum itaque Planeta quilibet in diversis orbitæ suæ punctis, inæquali velocitate feratur, & sola æqualitas quæ in ejus circulatione circa Solem observatur, in Arearum descriptione consistat; Nam Area una cum tempore uniformiter augetur. Quo Planetæ locus in propria orbita ad datum tempus determinetur, capienda est Area, quæ sit Tempori proportionalis, quod ut Fiat, necesse est ut solvatur Problema quod sequitur.

Problema *Kepleri.*

Invenire positionem rectæ, quæ per datæ Ellipseos focum alterutrum transiens, abscindat Aream motu suo descriptam, quæ sit ad Aream totius Ellipseos in ratione data.

Sit nempe Ellipsis APB, cujus focus alteruter s, Invenienda est positio rectæ SP quæ abs-

ſcindat aream trilineam ASP, ad quam Area totius Ellipſeos eam habeat rationem, quam habet tempus Periodicum Planetæ Ellipſim deſcribentis, ad aliud tempus datum; qua poſitione inventa, dabitur punctum P quod Planeta



ad tempus illud datum occupat. Vel ſit AQB ſemicirculus ſuperEllipſeos Axem majorem deſcriptus, ducenda eſt per s recta s Q abſcindens Aream ASQ, ad quam Area totius circuli eſt in eadem ratione. Nam per hanc circuli ſectionem, ſectio Ellipſeos quæſita facile invenitur, demittendo à puncto Q in Ellipſeos axem perpendicularem QH, Ellipſi occurrentem in P, & ducta SP, erit illa recta quæſita, & P

locus

locus Planetæ. Eſt enim ſemiſegmentum Ellipticum APH ad ſemiſegmentum circulare AQH, ut HP ad HQ, hoc eſt ut Area totius Ellipſeos ad Aream totius circuli, uti conſtat ex natura Ellipſeos: Sed eſt triangulum SPH ad triangulum SQH, in eadem ratione, *per* 1 *El.6ti.* Adeoque *per* 12. *El.* 5*ti.* Erit Area Elliptica ASP ad Aream circularem ASQ, ut Area totius Ellipſeos ad Aream totius circuli; & alternando, Area Elliptica ASP eſt ad ejus Aream totam, ut Area circularis ASQ ad totum circulum. Adeoque ſi habeatur methodus ducendi rectam per S quæ ſecet Aream circuli in data ratione, facile erit in hac ipſa ratione ſecare Aream Ellipticam.

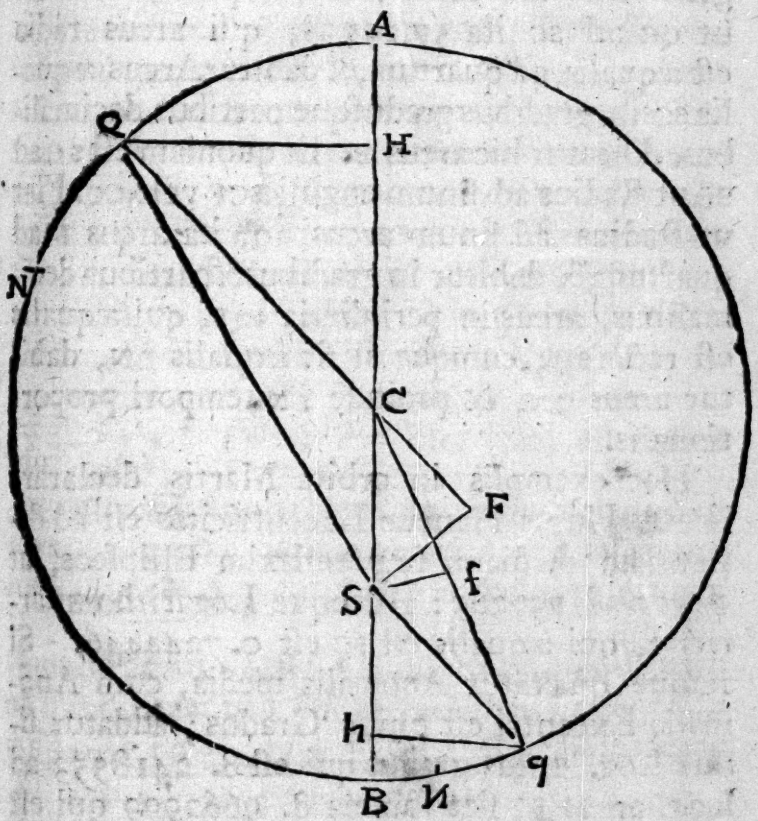
Ipſi Keplero, qui primus problema propoſuit, nulla innotuit methodus directa computandi locum Planetæ ex dato tempore: Ille enim expreſſe dicit, nullam eſſe viam directam, ex dato tempore, inveniendi locum Planetæ ſeu Anomaliam ejus veram. Ideo illi neceſſe fuit, per ſingulos ſemicirculi AQB gradus progrediendo, ex dato arcu AQ, quam Anomaliam excentri vocat, tam tempus per Aream ASQ, quæ Anomaliæ mediæ eſt proportionalis, quam Angulum ASP, hoc eſt locum Planetæ ſeu Anomaliam veram, & coæquatam tempori reſpondentem calculo eruere, Et quoniam Geometrice non potuit Keplerus problema ſolvere; illi ἀγεωμετρίαν objiciebant Aſtronomi, & eum quaſi cauſis Phyſicis nimium indulgentem à Geometria in diverſum abiiſſe cenſebant, ejuſque Aſtronomiam ex hac Theoria pendentem tanquam minus Geometricam labefactabant; &

ut vitium hoc effugerent, ad alias tranſiverunt Hypotheſes; fingendo punctum aliquod circa quod motus foret æquabilis, ſeu anguli deſcripti temporibus eſſent proportionales, & exinde data Anomalia media coæquatam ſeu veram determinabant. Sed computus his Hypotheſibus innixus, obſervationibus non congruere deprehenſus eſt. Nullum enim eſt revera punctum fixum, quod eſt centrum motus æquabilis, circa quod ſcil. Planetæ, radiis ad illud ductis, deſcribant angulos temporibus proportionales. Solaque Theoria, quæ Planetarum motibus ad amuſſim congruit, eſt ſupra explicata Keplerіana. Omnes itaque Aſtronomi in æternum laudabunt hoc Kepleri Inventum, ejuſque cum cælo conſenſum; præſertim cum elegantem motuum è cauſis ſuis demonſtrationem nobis patefacit: illud ſane Keplerus tanti fecit, (non improbantibus æquioribus arbitris) ut methodum calculi indirectam ſectari maluit; quam aliam Hypotheſim à Natura minus probatam comminiſci.

Quo itaque ἀγεομετρησίας Labem ex Aſtronomia deleamus, methodum Geometricam hic oſtendemus, qua Ellipſeos ſeu (quod illi æquipollet) circuli Area in data ratione ſecanda ſit.

Sit AQB Semicirculus ſuper Ellipſeos Axem majorem deſcriptus, cujus centrum C, Ellipſeos focus in quo Sol locatur ſit S, per locum Planetæ intelligatur duci ad Axem perpendicularis recta QH circulo occurrens in Q; Erit Area ASQ ad Aream totius circuli, ut tempus datum ad tempus Periodicum Planetæ, ducatur CB, in quam productam, ſi opus ſit, cadat perpendicularis

dicularis SF; Est Area ASQ æqualis sectori ACQ una cum triangulo CSQ = ½ CQ×AQ + ½ CQ×SF, adeoque ob datam ½ CQ, erit Area ASQ semper proportionalis Arcui AQ + recta SF, cum scil. motus fit ab Aphelio versus Perihelion;



At cum à Perihelio ad Aphelion tendit Planeta, fit Area B s *q* æqualis sectori B C *q* — Triangulo CSQ, adeoque erit illa proportionalis arcui BQ — recta sf. Hinc, si capiatur arcus AN vel B *n* tempori proportionalis, erit AQ + SF = AN vel BQ — s f = B *n*, quare erit SF = Q N vel s *f* = *q n*.

Hinc patet, ſi habeatur arcus AQ, & ei addatur arcus NQ qui ſit æqualis rectæ SF, erit arcus AN tempori proportionalis, ſeu Planetæ Anomaliæ mediæ æqualis, Adeoque ex data Planetæ Anomalia vera, facile innoteſcit ei congrua Anomalia media, ſeu tempus. Fiat enim ut QC ad SC ita 57,29578, qui arcus radio eſt æqualis, ad quartum,& dabitur Arcus æqualis SC in gradibus gradûſque partibus decimalibus. Dicatur hic arcus B. Et quoniam eſt S C ad SF, ut Radius ad ſinum anguli SCF vel ACQ. Fiat ut Radius ad ſinum arcus AQ, ita arcus B ad quartum;& dabitur in gradibus&partibus decimalibus, arcus in peripheria AQB, qui æqualis eſt rectæ SF; cumque SF ſit æqualis QN, dabitur arcus QN, & proinde AN tempori proportionalis.

Hoc exemplis in orbita Martis declarare liceat. Hujus Planetæ Excentricitas eſt ad diſtantiam mediam, ſeu ſemiaxim Ellipſeos, ut 14100 ad 152369: Adeoque Logarithmus arcus B, qui æqualis eſt SC eſt 0. 7244446. Si itaque quæratur Anomalia media, cum Anomalia Excentri eſt unius Gradus; addatur ſinus Log. unius gradus qui eſt 8. 2418553 ad Log. arcus B, fiet ſumma 8. 9662999 qui eſt Logarithmus numeri 0. 092533, & exprimit valorem arcus QN in partibus gradûs decimalibus. Eſt itaque arcus AN tempori proportionalis 1, 092533 ſeu 1° 5′ 33″. Similiter ſi Anomalia Excentri ſit 30 gr. ad ejus ſinum Log. addatur conſtans Log. arcus B, & ſumma erit 0. 4234146 Log. numeri 2,651. Adeoque Anomalia media AN Anomaliæ Excentri 30 grad. reſpondens

ſpondens erit 32, 651 ſeu 32 gr. 39′. 3″. Hæc methodus expeditior multo, & facilior eſt illâ, quam tradit Keplerus, ubi methodo indirecta, & per poſitionem *Regulæ Falſæ*, docet pervenire ex Anomalia media ad veram.

Deveniamus jam ad methodum promiſſam directe eliciendi Anomaliam coæquatam ſeu veram ex media. Sit in figura Arcus AN Anomalia media, ſeu tempori proportionalis, ſitque AQ Anomalia Excentri invenienda. Arcus NQ, dicatur, y, & ſinus arcus AN vocetur e, & coſinus f; Excentricitas sc ſit g. Eſt ſinus arcus AQ æqualis ſinui arcus AN — NQ = ſin. AN $-y$ ſed à nobis oſtenſum eſt in Elementis Trigonometricis, quod ſi ſinus arcus AN ſit e, ſinus arcus AN $-y$ ſeu arcus AQ erit $e - \frac{fy}{1} - \frac{ey^2}{1.2.} + \frac{fy^3}{1.2.3.} + \frac{ey^4}{1.2.3.4.}$ &c. Sed eſt radius qui eſt 1 ad ſinum arcus AQ, ut sc vel g ad SE vel NQ hoc eſt y. Adeoque erit SF æqualis $ge - \frac{gfy}{1} - \frac{gey^2}{1.2.} + \frac{gfy^3}{1.2.3.} + \frac{gey^4}{1.2.3.4.}$ &c. At eſt SF æqualis arcui NQ ſeu y ut oſtenſum eſt: Quare ad hanc diventum eſt æquationem: $y = ge - \frac{gfy}{1} - \frac{gey^2}{1.2.} + \frac{gfy^3}{1.2.3.} + \frac{gey^4}{1.2.3.4.}$ &c. proinde $ge = y + \frac{gfy}{1} + \frac{gey^2}{1.2.} - \frac{gfy^3}{1.2.3.} - \frac{gey^4}{1.2.3.4.}$ &c. ge vocetur z, & $1 + gf$ dicatur a, item $\frac{ge}{1.2.}$ ſit b, $gf = c$ item $\frac{ge}{1.2.3.} = d$, & Æquatio induet hanc formam. $z = ay + by^2 - cy^3 - dy^4$ &c. Unde per methodum Reverſionum ſerierum

ſerierum à Dno *Newtono* traditam, fiet $y = \frac{z}{a} - \frac{bz}{a^3} + \frac{2b^2+ac}{a^5}z^3 - \frac{5abc-5b^3+a^2d}{a^7}z^4$. Et quoniam eſt $b = \frac{ge}{2} = \frac{z}{2}$ & $d = \frac{z}{1.2.3.}$ fiet $y = \frac{z}{a} - \frac{z^3}{2a^3} + \frac{cz^4}{a^4} - \frac{5cz^5}{2a^5}$ &c. Si arcus AN ſuperet 90, grad. & minor ſit 270, erit ge ſeu $z = y - gfy + \frac{gey^2}{2} + \frac{gfy^3}{2.3.} - \frac{gey^4}{2.3.4.}$: unde fiet $a = 1 - gf$; & erit $y = \frac{z}{a} - \frac{z^3}{2a^3} - \frac{cz^3}{a^4}$

Series ſupra poſita exprimit quantitatem arcus QN, in partibus qualium Radius eſt 1,000000. At ut in gradibus graduſque partibus habeatur, fiat ut Radius ad hance ſeriem ita 57,29578, qui eſt arcus Radio æqualis, ad quartum, hoc eſt (cum Radius ſit unitas) multiplicetur ſeries prædicta per numerum 57. 29578 quem vocemus R unde prodit arcus quæſitus y in gradibus, graduſque partibus $= \frac{Rz}{a} - \frac{Rz^3}{2a^3} + \frac{Rcz^3}{a^4}$ &c,

Hujus ſeriei terminus primus $\frac{Rz}{a}$ ſufficit ad determinandam Anomaliam Excentri in omnibus ferePlanetis,nam inMarte error plerumque non ſuperat gradus partem ducenteſimam. In Tellure gradûs parte decies milleſima minor eſt, ſed Exemplis rem declarare liceat.

In orbita Telluris, Excentricitas eſt 0.01691, poſita diſtantia media ſeu CQ = 1. Invenienda eſt Anomalia Excentri, & coæquata cum media eſt 30. gr.

Log.

Log. Excentricitatis	8. 2281436.	= Log. *g*
Log. ſin. gr. 30.	9. 6989700	
Log. R	1. 7581226	
Log. R *z*:	9. 6852,62	
Log. *a* Subtr.	0. 0063137	
Log. arcus *y* ſive NQ	9. 6789225	

cui reſpondet numerus 0. 47744 ſeu in ſexageſimalibus numeris 28′. 38″: reliqui termini minores ſunt gradus parte decies milleſima, adeoque negligi poſſunt. Si itaque à Gradibus 30 ſubtrahatur 28′. 38″, relinquetur Arcus AQ 29°: 31′: 22″. Et in triangulo QCS, dantur latera QC CS cum angulo SCQ, unde dabitur angulus QSC, Analogia eſt ut QC + CS ſeu AS ad CQ — CS ſeu PS, ita Tangens ſemiſſis ſummæ angulorum CSQ & CQS ad Tangentem ſemiſſis differentiæ eorundem, unde ſi à Tangente Log. ſemiſſis Anguli ACQ auferatur conſtans Logarithmus 0. 0146893, dabitur Tangens ſemiſſis differentiæ angulorum CQS & CSQ, qui in præſenti exemplo erit 14°: 17′: 26″ hæc ad ſemiſummam addita, dat angulum ASQ 29° 3′: 7″, ſed ut inveniatur angulus ASP, diminuenda eſt Tangens anguli ASQ in ratione Axis minoris Ellipſeos ad majorem, ab hujus itaque Tangente Log. auferatur Logarithmus conſtans 0. 0000 622. qui eſt Logarithmus Rationis Axis majoris ad minorem, & reſtabit Tangens Log. anguli ASP 29°: 2′: 54″ qui eſt Anomalia coæquata.

In orbita Martis, Excentricitas eſt partium 14100, qualium diſtantia media eſt 152369. Adeoque Logarithmus Rationis SC ad CQ erit

rit 8. 9663226 = Log. *g*. Quæratur primo in Marte, Anomalia Excentri, cum Anomalia media eſt unius gradûs.

Log. Excentricitatis	8. 9663226
Log. Sin. 1 gr.	8. 2418453
Log. R	1. 7581220
Log. R z	8. 9662899
Log. *a* ſubſtr.	0. 0384299
Log. $\frac{R z}{a}$	8. 9278600

cui Logarithmo reſpondens numerus. 0. 08497, exhibet magnitudinem arcus NQ, & error minor eſt gradus parte tricies milleſimâ.

2*do*. Quæratur Anomalia Excentri, cum media eſt grad. 45.

Log. Excentricitatis	8. 9663226
Log. ſin. 45. gr.	9. 8494850
Log. R	1. 7581220
Log. R z	0. 5739296
Log. *a* ſubſtr.	0, 0275249
Log. $\frac{R z}{a}$	0. 5464047

cui reſpondet numerus 3. 5189, qui verum ſuperat centeſima & quinquageſima circiter gradûs parte, & ut corrigatur error, capiatur terminus ſeriei ſecundus $\frac{-Ra+2Rcz^3}{2a^4}$ qui invenitur 0. 0065, & à primo auferatur & reſtabit 3. 5124 qui exprimit arcum NQ verum ad partes gradus centies milleſimas.

3*tio*. Quæratur Anomalia Excentri, cum media eſt grad. 100, in hoc caſu eſt $a = 1 - gf$ = 0. 983930.

Log.

Log. *g*.	8. 9663226
Log. ſin. gr. 100 ſeu gr. 80	9. 9933515
Log. R	1. 7581220
Log. R z	0. 7177961
Log. *a* ſub.	9. 9929598
Log. $\frac{R\,z}{a}$.	0. 7248363

Huic Logarithmo reſpondet numerus 5. 3068, qui quinquageſima circiter gradus parte verum ſuperat, quo itaque corrigatur error, duplicetur Log. z, & producto addatur Log. $\frac{R\,z}{a}$. & habebitur Logarithmus $\frac{R\,z}{a}$ cui reſpondens numerus eſt 0. 04552, ejuſque ſemiſſis eſt 0. 02276 æqualis $\frac{R\,z^3}{2a}$. Hic numerus à numero 5.3068 auferendus eſt; & habebitur 5. 2841 pro quantitate arcus N Q. Et proinde Arcus A Q Anomalia Excentri erit 94. 7159, qui non decies milleſima gradus parte à vero A Q diſcrepat. Notandum quamvis ſecundus ſeriei terminus ſit $\frac{-Ra+2Rcz^3}{2a}$ ejus tamen pars $\frac{-Rcz^3}{a4}$ ſufficit, ut habeatur A Q arcus Anomaliæ excentri verus ad gradus partes decies milleſimas.

Obtento arcu A Q, ſeu angulo A C Q invenitur angulus A S Q reſolutione Trianguli Q C S in quo dantur latera C Q C S cum angulo interjecto Q C S, unde invenietur angulus Q S A, Hujus anguli Tangens Logarithmica eſt capienda & ab ea demendus eſt Logarithmica Rationis Axis majoris ad minorem, & reſtabit tandem Tangens Log. anguli A S P qui eſt Anomalia æquata ſeu vera.

LECTIO

LECTIO XXV.

De Problematis Kepleri Solutione Newtoniana *&* Wardi *Hypotheſi Elliptica.*

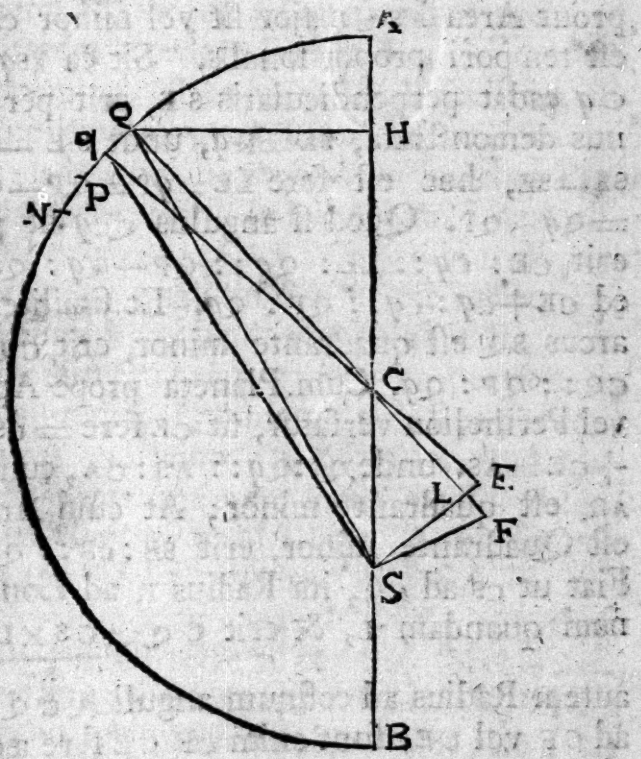
METhodus noſtra in ſuperiore Lectione explicata, & ea D^ni *Newtoni* in Principiis Philoſophiæ Mathematicæ *pag.* 101. tradita, eidem innituntur fundamento, Quod ſcil. recta s F Longitudine æqualis eſt arcui QN. *Newtoni* autem methodus fere ſimilis eſt ei, qua ex æquationibus affectis radicem extrahunt Analyſtæ, & quidem tanto magis eſt æſtimanda, quod non ſolum exhibet Planetarum Loca, quorum orbitæ ad circuli formam proximæ accedunt, ſed eadem fere facilitate inſervit etiam Cometis, qui in orbitis maxime excentricis moventur; quod etiam per noſtram methodum obtineri poteſt, ſi modo loco arcus AN capiatur alius arcus ad arcum AQ propius accedens, qui dicatur A & poſito ſinu arcus $A = e$ quæratur ſinus arcus $A + y$ & fiat $z = ge + A - AN$.

Methodum autem *Newtoni* cum maxime expedita ſit, hic explicare liceat, in gratiam Artificum, qui Tabulas Aſtronomicas ſecundum veras motuum cæleſtium leges, & non ex fictis Hypotheſibus condere volunt.

Demonſtratio ſolutionis Newtonianæ.

Hactenus oſtenſum fuit, quod ſi arcus AQ ſit Anomalia Excentri, hunc arcum una cum recta

recta SF ex Sole in radium QC normaliter incidente, esse tempori proportionalem; Cum Planeta tendit ab Aphelio ad Perihelion, vel arcum BQ dempta recta SF, esse tempori proportionalem, cum à Perihelio ad Aphelion ascendit, adeoque si capiatur Arcus AN vel BN tempori proportionalis, erit arcus QN æqualis SF rectæ; Ut igitur Inveniatur in gradibus & partibus gradus decimalibus, Mensura arcus in Periphe-



ria AQB, qui æqualis sit rectæ SF, Fiat ut $\overline{CQ}$ ad CS, ita arcus grad. 57. 29578 qui æqualis est radio, ad quartum, hic numerus exprimet magnitudinem arcus in Peripheria AQB, qui æquatur

qualis est SC. Arcus hujus Logarithmus dicatur B. Quoniam est CS ad SF, ut Radius ad sinum anguli ACQ; Fiat ut Radius ad hunc sinnum, ita arcus cujus Logarithmus est B, ad alium D; erit arcus ille D æqualis rectæ SF. Adeoque si ad datum tempus, Area ASQ & arcus AN essent tempori proportionales, & capiatur NP æqualis D, punctum P caderet in Q. Si vero Area A S Q non accurate tempori respondeat, punctum P cadet supra vel infra Q, prout Area ASQ major sit vel minor eâ, quæ est tempori proportionalis. Sit ea AS*q*, & in C *q* cadat perpendicularis S E, erit per hactenus demonstrata, SE=N *q*, unde S E — SF vel SF—SE, hoc est fere LE=*q*P=QP—Q*q* vel =Q*q*—QF. Quod si angulus Q*Cq* sit parvus, erit CE : C*q* :: LE : Q*q* :: QP—Q*q* : Q*q*; unded CE+C*q* : C*q* :: QP : Q*q*. Et similiter, cum arcus BQ est quadrante minor, erit CQ—CE : CQ : : QP : Q*q*. Cum Planeta prope Aphelion vel Perihelion versatur, fit CE fere = CS & CQ +CE=AS. unde QP:Q*q* : : AS : CA, cum arcus AQ est quadrante minor; At cum Arcus B*q* est Quadrante minor, erit SB : CB : : QP : Q*q*. Fiat ut CS ad CQ, ita Radius R ad Longitudinem quandam L, & erit C Q = $\frac{CS \times L}{R}$. Est autem Radius ad cosinum anguli A C Q ut SC ad CF vel CE, sunt enim CF CE fere æquales; quare erit CE=$\frac{SC \times \text{cosin } AQ}{R}$, unde habebitur QP : Q*q* : : $\frac{SC \times L}{R}$ + $\frac{SC \times \textit{cos.}\ AQ}{R}$: $\frac{CS \times L}{R}$: : L + *cos.* AQ : L, cum Arcus A Q est quadrante minor; At

At si is sit quadrante major, erit Q P : Q *q* : : L — cos. A Q : L.

Atque hac ratione si capiatur arcus A Q, qui sit aliquantisper minor, aut major vero, invenietur exinde arcus Q*q*, huic addendus vel demendus, qui facit ut Area A*sq* sit quam proxime tempori proportionalis; Et si loco A Q capiatur prius inventus arcus A *q* & instituatur processus priori similis, invenietur alius A*q*, & hic similiter, eundem repetendo processum, dabit novum A*q*, atque sic quantumvis proxime ad veritatem accedere licebit.

Tanta autem est hujus methodi facilitas, ut ea exemplis potius quam ulteriore explicatione indiget; adeoque liceat eam in motibus Planetæ Martis experiri. In hac orbita, Logarithmus B est 0. 7244446, & Longitudo L est partium 1080631 qualium Radius est 100000. *Illustratur Exemplis in orbita Martis.*

Sit primo Inveniendus angulus A C Q, cum motus medius seu arcus tempori proportionalis sit unius gradus. Quoniam C S est fere pars decima ipsius C A, pono A Q esse 0. 9. grad. decima scil. parte minorem motu medio. Addatur sinus Log. 0. 9 ad Log B, & fit summa 8. 9205466 = Log. numeri 0. 083281, hic numerus exprimit arcum æqualem S F = N P, & si arcus A Q fuisset recte assumptus, foret A N — N P = A Q & Q P = 0. At in præsenti casu, est Q P = 0. 01671. A quo si auferatur ejus pars decima, cum A S superat A C decima circiter sui parte, Restabit Q*q* = 0. 01504, qui additus ad A Q, dat A*q* 0.91504, qui vix millesima gradus parte à vero A*q* differt. *Exemplum I.*

Sit *2do* Arcus A N seu motus medius 2 gr. *Exemplum*

pono A Q 1.83 prioris A Q fere duplum, & ad ejus sinum Log. addendo Log. B, fit summa 9. 2286992. Log. numeri 0. 16931; unde erit Q P = 0. 00069, à quo si subtrahatur ejus pars decima, fit Q q = 00 00 63, & A q 1.83 063 qui non decies millesima gradus parte à vero A q discrepat.

Exemplum III.

3tio Sit Arcus tempori proportionalis gr. 3. Ponatur A Q = 2, 745 = 1,83 + 0. 915, & ad ejus sinum Log. addendo Log. B, habebitur Log. numeri 0. 25392 = N P & A N — N P = 2. 74638. Adeoque Q q = 0, 001 fere, & A q = 2.746 sic unica duorum Logarithmorum additione, Invenietur arcus A q, qui erit verus ad gradus partes millesimas.

Exemplum IV.

4to Sit jam, non gradatim, sed per saltum pergendo, inveniendus angulus A c q, cum motus medius est grad. 45. Pono Arcum A Q esse gr. 40. & ad ejus sinum Log. addendo Log. B. Fit summa 0. 5320121 = Log. numeri 3.4081, qui numerus à 45 ablatus relinquit A N — N P = 41. 5919, cujus excessus supra arcum A Q est 1.5919, unde si fiat ut L + cos. A Q ad L, ita 1, 5919 ad alium, invenietur arcus Q q gr. 1, 4865. Adeoque A q, 41.4865 qui non multum supra millesimam gradus partem â vera differt. Sed absque hac proportione, invenire possumus A q capiendo arcum, qui sit aliquantulum minor quam A N — N P, eidem tamen fere æqualis, scil. sit A Q 41. 50, & addendo ejus sinum Log. ad Log. B, habebitur alius N P = 3. 5132, qui ab A N subductus dat 41. 4868 pro novo A q; & hic arcus minore labore eruitur, & aliquantulum propius ad verum accedit quam prior A q.

5to.

5to. Post inventum Aq correspondentem motui medio 45 gr. rursus si gradatim pergere lubeat, unica duorum Logarithmorum additione habebitur Aq, ad omnes motûs medii gradus subsequentes: Nempe cum Anomalia media fit gr. 46, pono AQ 42, 40, & addendo ejus sinum Log. ad Log. B, fiet AN—PN = 42.4249, cui si æqualis ponatur novus AQ, habebitur Aq qui ne millesima gradus parte à vero Aq differt, sic cum Anomalia media sit gr. 47. Pono AQ 43,36 = priori Aq + incremento istius arcus uni gradui motus medii competente, & addendo ejus sinum Log. ad Log. B. Summa est Log. numeri 3.6402 qui ab AN ablatus, relinquit AN —NP = 43.3598 = novo Aq, & hic arcus gradus parte circiter decies millesima à vero discrepat. *Exemplum V.*

6to. Si omissis gradibus intermediis inveniendus est arcus Aq cum Anomalia media est gr. 100. Pono AQ gr. 96, & addendo ejus sinum Log. ad constantem B; summa fit Logarithmus numeri 5.273, unde AN—NP = 94.727, Itaque pono secundo AQ 94. 72, & per additionem constantis Log. B, ad ejus sinum Log. provenit Log. numeri 5.285, qui ab AN subductus, dat AN — NP 94,715 = Aq quam proximè. Similiter si Anomalia media sit gr. 101. Pono AQ 95,71, ex quo elicitur NP 5,2756 quo numero ab 101 sublato, restabit AN—NP 95,7244; Atque hac ratione data Anomalia media, si gradatim fiat processus, habebitur angulus ACQ, per unicam tantum duorum Logarithmorum additionem, quorum, qui constans est, in charta seorsim servandus, quo *Exemplum VI.*

labori ſæpius eundem exſcribendi parcatur.

Exemplum in Cometæ orbita. Tranſeamus jam ad orbitam alterius generis, cujus Excentricitas ad diſtantiam mediam magnam obtinet proportionem; ſit nempe diſtantia Aphelii ad diſtantiam Perihelii ut 70 ad 1; qualis fere fuit iſtius Cometæ orbita, in qua Cometam periodum ſuam complere Annis 75 ½, primus deprehendit Halleius. In hac orbita, erit AC vel CQ partium 35. 5 & CS 34. 5. Qualium S B eſt una, & conſtans Log. B eſt 1. 1.7457133. Inveniendus eſt arcus B*q*, cum motus medius à Perihelio ſit gradus pars centeſima. Pono BQ 0. 35, ad ejus ſinum Log. addatur Log. B. & prodit ſumma Log. numeri, 0,34013; qui ad arcum AN additus, fit 0,35013, ſi hic arcus fuiſſet 0, 35; BQ recte eſſet aſſumptus, ſed differentia eſt 0,00013, unde quoniam C B eſt ad S B ut 35,5 ad 1, multiplicetur differentia, 00013 per 35,5 & prodibit *Qq* = 0.004615, unde prodit arcus B*q* = 0. 354615 & error tribus partibus decies milleſimis gradus minor eſt. Rurſus, ſit motus medius 0. 02. Ponatur BQ eſſe 0,71, per additionem conſtantis B ad ejus ſinum Log. habebitur Logarith. numeri 0.68998, unde BN + NP = ,70998, & eſt differentia 0.00002 quæ ſi per 35. 5 multiplicetur & productus à BQ ſubtrahatur reſtabit B*q* = ,7092, & error gradus partem decies milleſimam non ſuperabit. Si motus medius ſit 0,3 pono BQ 1. 06; & addendo ejus ſinum Log. ad conſtantem B. Prodit Log. numeri 1.03008, cui ſi addatur BN ſit ſumma 1,060088, qui major eſt quam BQ: quare ſi differentia ,00008 multiplicetur per 35.5, & productus

ad

ad BQ addatur fiet B*q* = 1, 06284. Similiter cum motus medius fit ,04. Pono BQ 1,4 & invenio NP = 1, 3604, ad quem addendo ,04 fit ſumma 1,4004, qui ſuperat 1,4 per ,0004; multiplicetur hæc differentia per 35,5 & productus ,0142 erit æqualis Q*q* unde B*q* = 1,4142; In his omnibus errores ſunt admodum exigui, & raro milleſimam gradus partem tranſcurrentes.

Inveniendus ſit jam arcus B*q*, cum motus medius eſt unius gradus. Pono BQ = 20 gr. & addendo ejus ſin. Log. ad B. Prodit Log. numeri 19. 045, cui addendo 1 ſumma 20, 045 ſuperat 20, & cum in hoc caſu L — *Coſ.* BQ ſit ad L, ut 1 ad 11,5 fere; multiplico differentiam ,045 per 11,5, & productus ,5175 ad BQ additus, dat 20,5175. Pono itaque ſecundò BQ 20,51 & prodibit ſimiliter, ut in præcedente, NP = 19.5092; cui addendo BN, ſumma eſt 20,5092 quæ minor eſt quam BQ; unde ſi differentia, 0008 multiplicetur per 11,5 & productus ,0092 ſubtrahatur a BQ, reſtabit B*q* = 205,008.

Sit denique motus medius æqualis 2.gr. Pono BQ gr. 30 & invenietur NP 27.84, cui addendo 2, ſumma 29,84 minor eſt quam 30, & ſi multiplicetur differentia ,16 per 6, 3 (Nam eſt L — *Coſ.* BQ ad L ut 1 ad 6. 3) fiet 1,008 = Q*q*; adeoque hic arcus a BQ ſubductus, dat B*q* 28 ,982 ut vero corrigatur B*q*, aſſumo BQ 29; & ſimili proceſſu prodit B*q* = 28.9672.

Invento angulo ACQ, angulus ASQ facile habetur, nam in triangulo QC S, dantur latera QC, C S, & angulus QC S, unde innoteſcent angulus ASQ, & latus S Q; deinde fiat ut Axis

Ellipſeos major ad minorem, ita Tangens anguli ASQ ad Tangentem anguli ASP, qui eſt Anomalia coæquata; Denique fiat ut ſecans anguli ASQ ad ſecantem anguli ASP, ita SQ ad SP diſtantiam Cometæ à Sole. Quæ erit invenienda. Vel ſic forte facilius invenitur angulus ASP, & recta SP, Invento arcu AQ datur ejus ſinus QH, & Coſinus HC; ſed datur SC, in partibus quarum LQ eſt 100000, unde dabitur HS. Fiat ut major Ellipſeos Axis ad minorem, ita QH ad PH, qui itaque dabitur. In triangulo PHS rectangulo, dantur latera PH, HS, ex iis innoteſcet angulus PSH Anomalia coæquata, & latus PS diſtantia Planetæ à Sole.

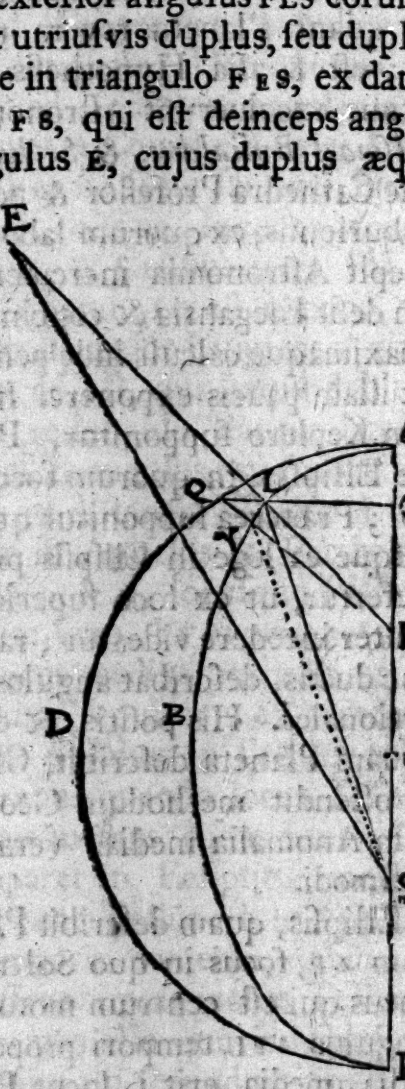
Quoniam in Apheliis & Periheliis coincidunt puncta Q & N, locuſque Planetæ medius idem eſt cum vero. Et in primo Anomaliæ ſemicirculo locus medius præcedit verum, in ſecundo verum ſequitur; ex determinata poſitione lineæ Apſidum in Telluris orbita determinatur tempus quando locus Telluris è Sole viſus & locus medius coincidunt; Quando enim Sol apparet in Eclipticæ puncto, ubi eſt Perihelion, tunc Tellus erit in Aphelio, dato autem hoc temporis momento, dabitur inde per Tabulas Aſtronomicas motus Telluris medius, & arcus AN pro alio quovis temporis momento, arcus enim illi ſecundum temporum rationes computantur & in tabulis diſponuntur. Sed dato, pro quolibet momento, arcu AN, oſtenſum eſt qua ratione elicietur angulus ASP Anomalia Telluris vera, & locus Solis in Ecliptica apparens.

Præter

Præter Theoriam ſupra explicatam Kepleri, ſecundum quam Planetæ revera motus ſuos temperant; eſt & alia Hypotheſis Elliptica, quam maxime excoluerunt Aſtronomi duo celeberrimi *Iſmael Bulialdus*, & *Sethus Wardus*, olim in hac Cathedra Profeſſor & poſtea Epiſcopus Salisburienſis, ex quorum laboribus haud exigua accepit Aſtronomia incrementa, cumque illi non deſit Elegantia & concinnitas Geometrica, maximaque calculi inde pendens facilitas, liceat illam paucis exponere. In hac Hypotheſi cum Keplero ſupponitur, Planetarum orbitas eſſe Ellipſes, in quorum foco communi locatur Sol; Præterea ſupponitur quod Planeta unuſquiſque ea lege in Ellipſis propriæ Peripheriâ defertur, ut ex foco ſuperiore ſpectatus æquabiliter incedere videatur; radiiſque ad focum hunc ductis, deſcribat angulos temporibus proportionales. His poſitis, & data ſpecie Ellipſeos quam Planeta deſcribit, Cl. Wardus elegantem oſtendit methodum Geometricam, qua ex data Anomalia media, vera eliciatur, quæ eſt ejuſmodi. *Wardi Theoria.*

Sit APB Ellipſis, quam deſcribit Planeta, Linea Apſidum AP, focus in quo Sol reſidet S, F ſuperior focus qui eſt centrum motus æquabilis. Sit angulus AFL tempori proportionalis, ſeu Anomalia media, erit L locus Planetæ in propria orbita, & angulus ASL Anomalia coæquata ſeu vera. Producatur FL ad E, ut ſit FE æqualis Ellipſeos Axi majori AP, unde cum FL & SL ſimul, ex natura Ellipſeos eidem AP ſint æquales, erit LE æqualis LS, & erit triangulum LSE iſoſceles, unde æquantur anguli E *Wardi Methodus.*

& FSL, & exterior angulus FLS eorum ſummæ æqualis, erit utriuſvis duplus, ſeu duplus anguli LES, Quare in triangulo FES, ex datis EF, FS, & angulo EFS, qui eſt deinceps angulo AFE, dabitur angulus E, cujus duplus æqualis eſt



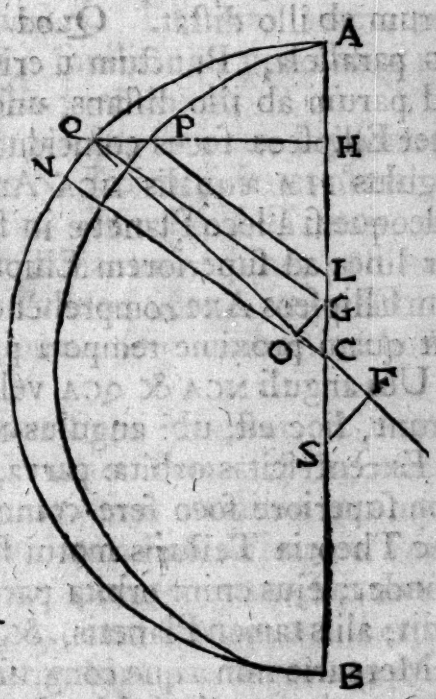
angulo FLS, qui proinde dabitur, ſed angulus AFL æqualis eſt duobus FSL, & FLS, unde FLS eſt Æquatio ſeu Proſthaphereſis quæ ex Anomalia media ſublata, vel eidem addita, dat Anomaliam veram. Q. E. I.

In reſolutione trianguli EFS ex datis EF, FS, cum

cum angulo EFS, Analogia eſt ½EF + ½FS : ½EF − ½FS ::, hoc eſt, AS ad SP; Ita tangens ½AFE ad Tangentem ſemiſſis differentiæ angulorum E & FSE, ſed ob angulum E æqualem LSE angulo, eſt FSL differentia angulorum E & FSE; quare angulus qui ex analogia prodit duplicatus dabit angulum F S L, Planetæ Anomaliam veram. Praxis autem facillima eſt, nam cum AS & SP ſint conſtantes & datæ quantitates, differentia Logarithmorum data erit; Quare datus numerus ad Tangentem ſemiſſis Anomaliæ mediæ addendus eſt, & habebitur Tangens ſemiſſis Anomaliæ veræ. Porro in triangulo LFS, ex datis omnibus angulis una cum latere SF, invenietur L S diſtantia Planetæ à Sole.

Hypotheſis Wardi Approximatio eſt tantum.

Eſt quidem hæc Wardi Hypotheſis ſatis utilis approximatio, ad calculum enim abbreviandum inſervit, eſt tamen non niſi approximatio, & veritatem non accurate attingit; ejus ratio ſic patebit. Sit APB orbita Planetæ, AQB circulus, eidem circumſcriptus. Arcus AQ Anomalia Excentrici, & AN Anomalia media tempori proportionalis. Ad centrum



Approximationis ratio.

trum C ducatur NC, & à puncto Q recta QG illi parallela, erit angulus QGA æqualis NCA, & tempori proportionalis. Et erit CG fere æqualis CS, ſed illa aliquantulum minor. A foco S in QC cadat perpendicularis SF, erit hæc ut prius oſtenſum fuit, æqualis arcui QN, cujus ſinus eſt æqualis GO; ſed arcus QN cum parvus ſit, ejus ſinus erit fere eidem æqualis, unde GO erit fere æqualis SF, ſed illa aliquantulum minor. Sed triangula rectangula GOC & SFC ſunt æquiangula quam proxime; Nam NCQ angulus differentia angulorum NCG & SCF parvus eſt; adeoque ob O G fere æqualem S F ſed illa aliquantulum minorem, erit CG fere æqualis CS, ſed illa aliquantulum minor. Focus igitur alter Ellipſeos ſupra punctum G exiſtet, ſed parum ab illo diſtat. Quod ſi ducatur PL ad QG parallela, Punctum L erit etiam ſupra C, ſed parum ab illo diſtans, unde punctum L & alter Ellipſeos focus coincidunt fere; ſed eſt angulus PLA æqualis NCA Anomaliæ mediæ; Adeoque ſi à loco Planetæ in ſua orbita, ducatur linea ad ſuperiorem Ellipſeos focum, illa cum Ellipſeos Axe comprehendet angulum qui erit quam proxime tempori proportionalis.

Ubi anguli NCA & QCA vel SCF parum differunt, hoc eſt, ubi angulus NCQ exiguus eſt, & Excentricitas orbitæ parva, puncta G & L cum ſuperiore foco fere coincidunt. Adeoque hæc Theoria Telluris motui ſatis accurate reſpondet; ejus enim orbita parum à circulo recedit, aliis tamen Planetis, & ſpeciatim Marti, & Mercurio non æque congruit. Itaque Bulialdus ex quatuor locis Martis à Tychone obſervatis,

vatis, oſtendit in primo & tertio Anomaliæ Quadrante, locum Martis in cælis eſſe promotiorem, quam per hanc Theoriam fieri debet. At in Quadrante ſecundo & quarto, Martis Anomaliam veram minorem eſſe, quam poſtulat hæc Hypotheſis, ejus itaque correctionem ſequentem adhibuit. Diametro AP, axi majoris Ellipſeos deſcribatur circulus AFP, ſit AFL Anomalia Planetæ media, per L ducatur recta QLG, ad axem perpendicularis circulo occurrens in Q, juncta FQ occurret Ellipſi in Y, erit Y locus Planetæ Anomaliæ mediæ AFL reſpondens. Angulus autem Anomaliæ mediæ correſpondens ſcil. angulus AFQ expedite invenitur, capiendo angulum cujus Tangens ſit ad Tangentem anguli AFL, ut ſemiaxis major Ellipſis ad ſemiaxem minorem. Ex dato autem angulo, AFQ vel AFY, ſimiliter ut prius ex AFL invenitur Anomalia vera ASY.

Bulialdi correctio hujus Hypotheſis.

Vide fig. pag. 390.

Calculi quos ſupra expoſuimus, ſupponunt orbitarum ſpecies & Excentricitates ſicuti & poſitiones eſſe datas. In reliquis Planetis, rationem qua determinantur orbitæ, poſt hæc docebimus; In Tellure autem, ejus orbitæ ſpeciem & poſitionem ſequentibus methodis inveſtigamus.

Primo obſervetur Solis diameter, & motus apparens; Quando enim Terra eſt in Aphelio, Diameter Solis videtur omnium minima; cum Terra ibi maxime à Sole diſtet; in Perihelio, Soli maxime appropinquans Terricola, ejus diametrum maximam conſpiciet. Terræque à Sole diſtantiæ ſunt diametris apparentibus reciproce proportionales; Recta quælibet

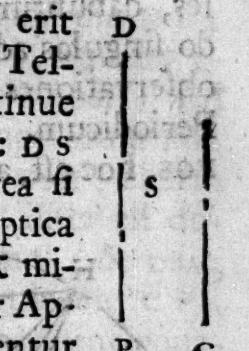
Orbitæ Telluris ſpecies determinatur.

bet S P exponat distantiam Telluris à Sole in Perihelio: Fiat ut diameter Solis in Aphelio ad diametrum in Perihelio apparentem, ita P S recta ad S D quæ sit in S P producta, hæc exponet distantiam Aphelii: Bisecetur P D in C, erit C S Excentricitas orbitæ & C centrum Ellipseos. Foco S & axe majore P D describatur Ellipsis, erit illa ejusdem speciei cum ea, in qua movetur Tellus circa Solem. Ecliptícæ autem punctum ubi diameter Solis maxima apparet; & oppositum ubi minima, positiones Apsidum ostendent. Sed quoniam diameter Solis tam in Aphelio quam in Perihelio per aliquot dies vix mutari videtur, difficile admodum erit, positionem Apsidum per observationes Solaris diametri determinare. Ideo satius erit Aphelii & Perihelii distantias & positiones per observationes motus Solis elicere. Nam velocitas Telluris angularis, eique æqualis Solis apparens, est semper reciproce ut Quadratum distantiæ suæ à Sole, uti superius à nobis demonstratum fuit.

D
C
S
P

Quo itaque species Ellipseos, in qua Tellus movetur, determinetur, observanda est velocitas Solis apparens maxima & minima in Ecliptica; Minima dicatur A & maxima B; & recta quælibet S P exponat distantiam Perihelii. Fiat ut A ad B ita S P ad aliam C; & producatur S P ad D ut S D sit media proportionalis inter S P & C. Exponet hæc linea distantiam Aphelii, adeoque si foco S & axe majore

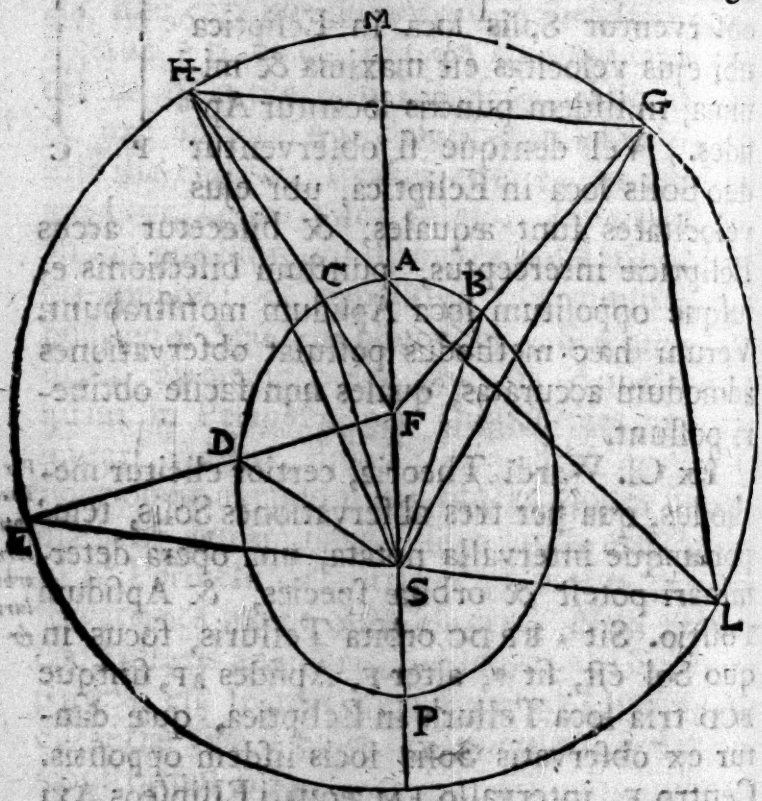
majore SD describatur Ellipsis, erit illa ejusdem speciei, cum orbita Telluris. Nam ob PS, C & SD continue proportionales, erit PS quad. : DS quad. :: SP : C :: A : B. Prætérea si observentur Solis loca in Ecliptica ubi ejus velocitas est maxima & minima, in iisdem punctis locantur Apsides. Vel denique si observentur duo Solis loca in Ecliptica, ubi ejus velocitates sunt æquales, & bisecetur arcus Eclipticæ interceptus, punctum bisectionis ejusque oppositum loca Apsidum monstrabunt. Verum hæc methodus postulat observationes admodum accuratas, quales non facile obtineri possunt.



Per Wardi Theoriam optime determinatur orbitæ Telluris species & Positio.

Ex Cl. Wardi Theoria, certior elicitur methodus, qua per tres observationes Solis, temporumque intervalla notata, una opera determinari potest & orbitæ species, & Apsidum Positio. Sit A B P DC orbita Telluris, focus in quo Sol est, sit S, alter F, Apsides AP, sintque BCD tria loca Telluris in Ecliptica, quæ dantur ex observatis Solis locis iisdem oppositis. Centro F, intervallo FM æquali Ellipseos Axi majori describatur circulus MHEL, cui occurrunt rectæ FB, FC, FD productæ in punctis GHE; ducantur quoque ex foco S rectæ S B, S C, SD, item SG, SH, SE; Dantur anguli BSC, BSD, & C S D, eos enim metiuntur arcus Eclipticæ inter loca observata intercepti, sed cum in hac Theoria, Tellus in Perimetro orbitæ suæ, ea lege feratur, ut angulos circa alterum focum F describat temporibus quamproxime proportionales,

les, dabuntur anguli BFC, BFD & CFD, capiendo singulos ad quatuor rectos, ut tempus inter observationes elapsum, ad integrum tempus Periodicum. Porro quoniam duplex anguli FGS, hoc est, angulus FBS, est differentia angu-



lorum BFA & BSA, hoc enim supra ostensum fuit; item, duplex anguli FHS, hoc est, angulus FCS est differentia angulorum CFA & CSA; Differentia angulorum BFC & BSC, erit æqualis 2FGS + 2FHS; sed quia dantur anguli BFC, BSC, dabitur eorum differentia, quare dabuntur angulorum FGS & FHS summa. Est autem angulus FGS differentia angulorum BFA & GSA;

&

& angulus FHS est differentia angulorum HFA & HSF; quare anguli FGS & FHS, æquales erunt differentiæ angulorum BFC & GSH: sed dantur anguli BFC & summa angulorum FGS & FHS, quare dabitur angulus GSH; eodem modo, dabitur GSE angulus. Similiter est duplex FES differentia angulorum DFA & DSA; Item duplex FHS differentia angulorum CFA & CSA; unde 2 ang. FES — 2 FHS, erunt æquales differentiæ angulorum CFD, CSD; sed dantur anguli CFD, CSD, unde dabitur semissis differentia eorundem, scil. angulus FES — FHS; sed angulus FES — FHS, est differentia angulorum CFD & HSE; sed datur angulus CFD, & FES — FHS quoque datur; quare dabitur angulus HSE; Dantur itaque omnes anguli ad focum F, scil. BFC, BFD, & CFD, dantur etiam omnes anguli ad focum S, scil. BSC, BSD, CSD, item GSH, GSE, & HSE; Hisce præmissis.

Exponatur SH per numerum quemlibet, *v. gr.* 100000. Producatur ES donec peripheriæ circuli occurrat in L, jungantur HL, LG, & HG; in triangulo HSL, datur angulus HSL complementum anguli noti ESH ad duos rectos, item angulus SLH semissis anguli EFH, *per* 20. *El.* 3. datur etiam latus HS 100000, quare dabitur SL; unde in triangulo SLG, datur angulus LSG qui est deinceps angulo noto ESH & angulus SLG semissis anguli EFG, *per* 20. *El.* 3. item latus SL, quare dabitur latus SG. In triangulo HSG dantur latera HS, SG, & angulus HSG quare dabitur latus HG, & angulus SHG. In triangulo isosceles HFG, datur angulus HFG, &

basis

basis HG, quare invenietur HF æqualis Axi majori Ellipseos, Et angulus G H F, quo ab angulo SHG ablato, dabitur angulus F H S. Denique in triangulo FHS, ex datis FH, HS, & angulo F H S, invenietur S F Excentricitas orbitæ, & angulus HSF; à quo si subtrahatur H S C angulus æqualis FHS, restabit C S F angulus, qui Axis positionem & loca Apsidum ostendet.

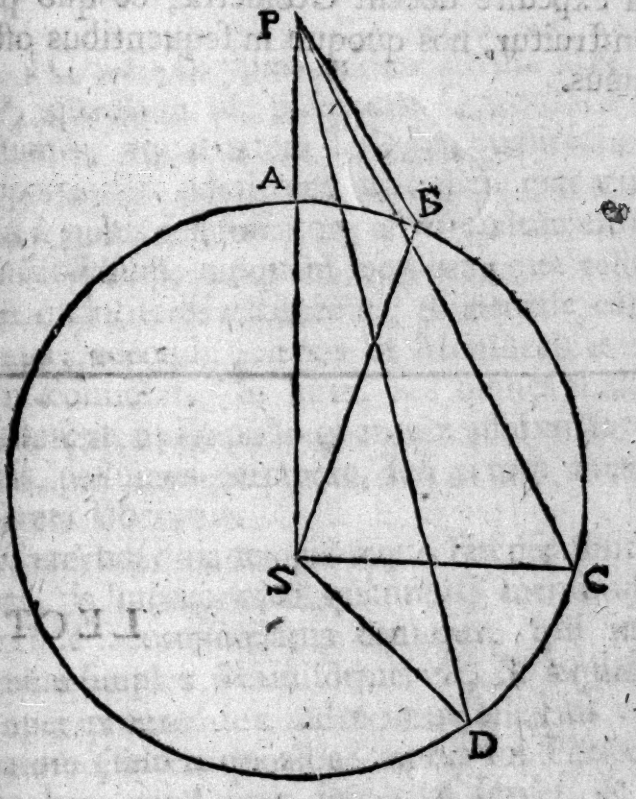
Hæc methodus supponit angulos ad focum superiorem F descriptos esse temporibus proportionales, quod verum non est, at in Telluris orbita, parum Excentrica, anguli ad focum superiorem revera descripti, tam parum differunt ab iis, qui sunt temporibus proportionales, ut nullus exinde potest oriri sensibilis error in determinanda specie & positione orbitæ.

Vir celeberrimus Edmundus Halley, quem, ob præclara in Astronomia inventa, omnis laudabit posteritas, methodum excogitavit nulli motus Theoriæ aut Hypothesi innixam, qua solummodo per observationes, orbitæ Telluris species atque positio determinetur.

Sit S Sol, A B C D orbis Terræ, P Planeta Mars, (qui in hanc rem plurimis de causis longe est præferendus) Primo observetur verum tempus & locus, quo Mars opponitur Soli, tunc enim Sol & Terra coincidunt in linea recta cum Marte, vel (quod fere semper accidit) si habuerit Latitudinem, cum puncto, ubi perpendicularis à Marte in planum Eclipticæ incidit. Sic in figura S A & P puncta sunt in linea recta; Cum autem Martis Periodus constat diebus 687, post illud tempus ad idem punctum P, è

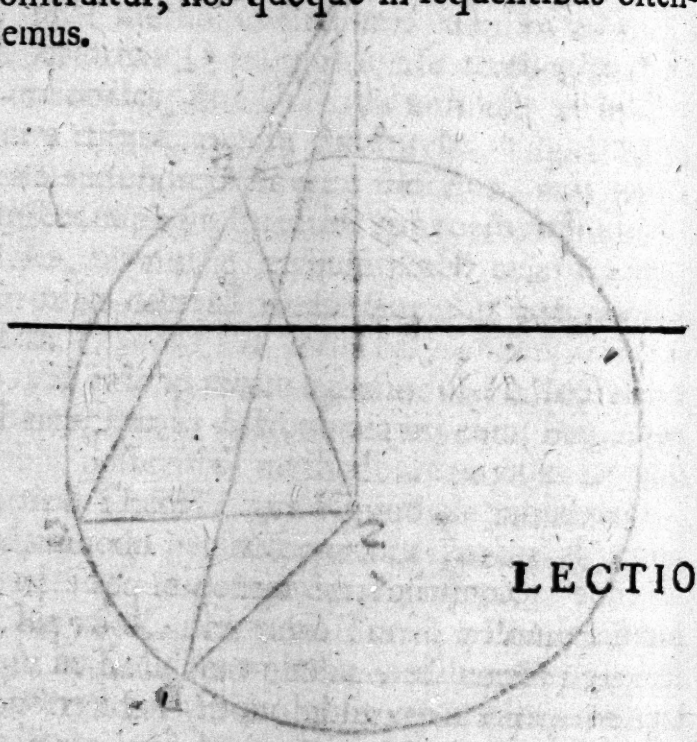
Sole

Sole conſpicietur; ubi in priore obſervatione Soli opponebatur. Terra vero cum non revertatur ad A niſi poſt 730$\frac{1}{2}$ dies, cum Mars eſt denuo in P, punctum B tenebit, Solemque in linea S B, Martem vero in linea P B reſpiciet,



Ex obſervatis locis Solis & Martis, omnes anguli trianguli BPS dantur, & ſuppoſito PS conſtare partibus 100000; in iiſdem partibus invenietur diſtantia S B, ejuſque poſitio: Pari ratione poſt alteram Martis Periodum, Terra exiſtente in C, invenitur Longitudo lineæ S C, ejuſque poſitio, nec diſſimiliter linea S D, &

ejus positio invenietur. Sic ergo diventum erit ad hoc Problema Geometricum; Datis tribus lineis in uno Ellipseos foco coeuntibus, tam Longitudine quam positione, invenire Longitudinem transversæ diametri, ejus positionem & focorum distantiam. Quod Problema expedire docent Geometræ, & quo pacto constructur, nos quoque in sequentibus ostendemus.



LECTIO

LECTIO XXV.

De Temporis Æquatione.

LICET Tempus in ſua natura abſolute quantum ſit, præcipuas Quantitatis affectiones, æqualitatem ſcil. inæqualitatem & proportionem admittens, ut tamen ejus quantitas à nobis cognoſcatur, advocandum eſt motûs ſubſidium, tanquam menſura, qua temporum quantitates æſtimemus, & inter ſe conferamus; adeoque tempus ut Menſurabile motum connotat. Si enim res omnes immotæ perſtarent, nullo pacto quantum effluxiſſet temporis, poſſumus percipere, ſed rerum ætas indiſcreta laberetur. *Motus Temporis menſura.*

Cæterum quia tempus æquo ſemper fluit tenore, is motus ejus quantitati menſurandæ maxime accommodatus cenſetur, qui in ſe ſumme ſimplex & uniformis eſt, & æqualiter ſemper progreditur, adeo ut mobile ejus vi incitatum (ſaltem quoad ad motus ſui Periodos) æqualem conſtanter impetum ſervet, & per æquale ſpatium æquali tempore decurrat. *Propria Temporis menſura eſt motus Uniformis.*

Ad communem uſum eligendus eſt motus aliquis maxime notabilis, cunctis obvius & in omnium oculos incurrens, qualis eſt ſiderum motus, imprimis Solis & Lunæ, qui proinde non tantum communi generis humani ſuffragio, ad hoc ſuffectus, ſed Divino Creatoris *Solis & Lunæ motus tanquam idoneæ temporis menſuræ nobis dati.*

noſtri conſilio, nobis datus eſt huic uſui; à Deo enim pronunciatum legimus. *Fiant Luminaria in Firmamento, & dividant diem ac noctem, & ſint in ſigna & tempora, & Dies & Annos.* Per motus itaque cæleſtes, & præcipue illum Solis apte diſtinguuntur tempora. Quare

Solem quis dicere falſum
Audeat.

Audent hoc Aſtronomi, qui ſubtili indagine deprehenderunt, Solis motum uniformem non eſſe, ſed illum nunc gradum remittere, nunc accelerare obſervant; Adeoque tempus verum quod æquabiliter ſemper fluit, non poteſt accurate per ejus motum connotari.

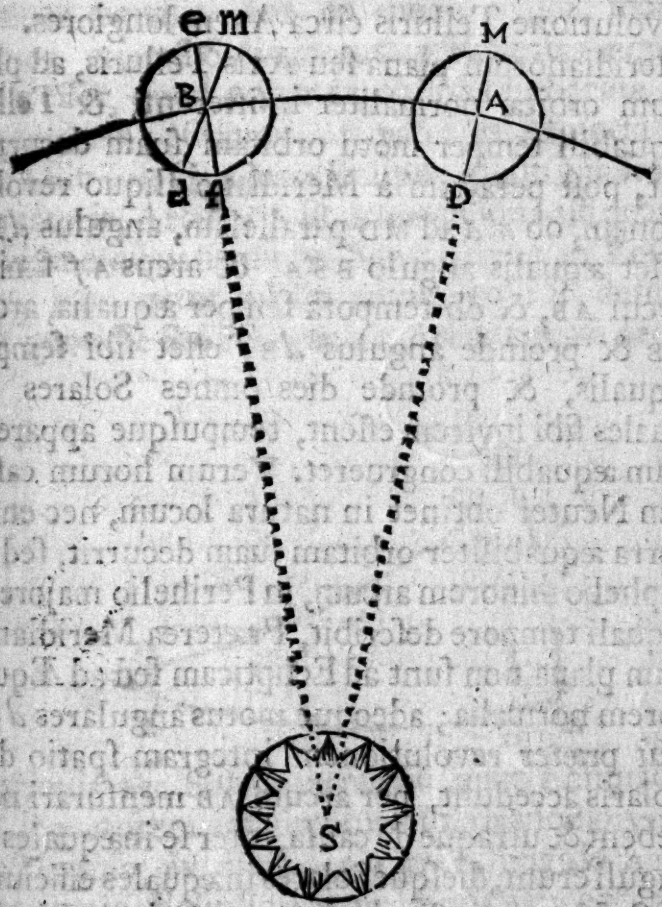
Diſtinctio inter Tempus Apparens & verum.

Hinc Tempus quod Sol motu ſuo commonſtrat, quodque apparens dicitur, diverſum erit ab illo quod æquabili ſemper labitur tenore, & ab Aſtronomis verum & æquale vocatur; ad cujus normam omnes motus cæleſtes ſunt ordinandi. Nam ex inæquali Solis motu, ejuſque via ad Æquatorem obliqua, ſequitur, quod neque dies neque horæ erunt inter ſe æquales, uti hac ratione oſtendemus.

Dies Solaris æqualis eſt illi temporis ſpatio quod labitur, dum per rotationem Telluris circa ſuum Axem, Planum alicujus Meridiani à centro Solis digrediens volvitur, uſque dum ad idem recurrit. Seu eſt tempus inter unam Meridiem & illam quæ proxime ſequitur. Si Telluri nullus alius competeret motus, præter illam circa Axem rotationem, dies omnes Solares eſſent inter ſe & revolutioni Telluris præciſe æquales. Sed quia interea dum Tellus circa Axem rotatur, in propria etiam orbita verſus

orientem

orientem progreditur, cum Meridianus aliquis integram revolutionem compleverit, non tamen ejus planum per Solem transibit, uti sequenti figura manifestum fiet. Sit enim s Sol, A B portio orbitæ Telluris, linea MD designat Meridianum



aliquem cujus planum productum per Solem transit, cum Terra est in A. Progrediatur deinde Tellus in sua orbita per arcum AB ad B, in tempore quo completur una Revolutio Telluris circa Axem, unde ob absolutam revolutionem,

Meridianus MD erit in ſitu *m d* ad priorem ejus ſitum parallelo, adeoque nondum per Solem tranſibit, neque incolis qui ſub Meridiano illo degunt, fiet Meridies, ſed opus eſt ut motu angulari *d* B *f* ulterius feratur, ut per Solem tranſeat. Exinde fit ut dies omnes Solares ſunt una revolutione Telluris circa Axem longiores. Si Meridianorum plana ſeu Axis Telluris, ad planum orbitæ normaliter inſiſterent, & Tellus æquabili ſemper motu orbitam ſuam decurreret, poſt peractam à Meridiano aliquo revolutionem, ob *m d* ad MD parallelam, angulus *d* B *f* eſſet æqualis angulo B S A, & arcus A *f* ſimilis arcui AB, & ob tempora ſemper æqualia, arcus AB & proinde angulus *d* B *f* eſſet ſibi ſemper æqualis, & proinde dies omnes Solares æquales ſibi invicem eſſent, tempuſque apparens cum æquabili congrueret. Verum horum caſuum Neuter obtinet in natura locum, nec enim terra æquabiliter orbitam ſuam decurrit, ſed in Aphelio minorem arcum, in Perihelio majorem, æquali tempore deſcribit, Præterea Meridianorum plana non ſunt ad Eclipticam ſed ad Æquatorem normalia; adeoque motus angulares *d* B *f* qui præter revolutionem integram ſpatio diei Solaris accedunt, per arcum AB menſurari non debent & utraque de cauſa, inter ſe inæquales hi anguli erunt; dieſque Solares inæquales efficiunt.

Oſtenditur dies Solares eſſe inæquales.

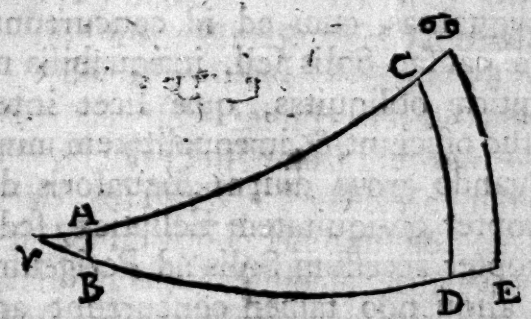
Idem ex Solis motu apparenti oſtenditur.

Sed hoc fortaſſe, Auditores, clarius vobis elucеſcet, ſi à reali Telluris motu, ad apparentem Solis tranſeamus, is enim pro menſura temporis apparentis nobis datus eſt; ſciendum itaque diem Naturalem ſeu Solarem eſſe illud temporis ſpatium, quo per revolutionem primi mobilis

bilis apparentem, tota æquatoris circumferentia ſucceſſive per Meridianum tranſit, & inſuper arcus ejuſdem reſpondens motui Solis apparenti in orientem interea facto.

At arcus Æquatoris tranſiens per Meridianum cum arcu Eclipticæ diurno non eſt illi ſemper æqualis, ſed eo modò major, modò minor, etiamſi Solis motus in Ecliptica æquabilis eſſet, quod oritur ex obliqua Eclipticæ ad æquatorem poſitione, uti patet ex adjuncta figura. Sit ♈ ♋ Quadrans Eclipticæ, ♈ E Quadrans æquatoris, Arcus ♈ A ſit unius gr. qui eſt quamproxime æqualis motui Solis diurno in Ecliptica, nam motu medio arcum 59′ : 8″ deſcribit quotidie Sol: Sitque AB Arcus circuli declinationis per Solem tranſiens inter Eclipticam & æquatorem interceptus. In triangulo ♈ B A rectangulo, ex datis ♈ A. 1 gr. & angulo A ♈ B Inclinatio Eclipticæ cum Æquatore 23°. 30. Invenietur latus ♈ B 54′. 1″. fit deinde arcus Eclipticæ ♈ C 89°, ex illo elicietur arcus Æquatoris ♈ D 88°. 54′ : 34″. At quando arcus ♈ ♋ fit 90°, arcus Æquatoris ♈ D illi reſpondens eſt etiam 90, unde erit arcuum ♈ E, ♈ D differen-

Arcus Æquatoris diurni non ſunt æquales arcubus Eclipticæ diurnis.



Oſtenditur prima inæqualitatis dierum cauſa.

tia DE. 1°: 5′: 26″; Arcuum itaque ♈B, DE differentia erit 10′. 25″. licet arcus Eclipticæ ♈A & C♋ quibus reſpondent, ſint æquales. Ex quo manifeſtum eſt æqualibus Eclipticæ arcubus inæquales Æquatoris arcus reſpondere, & conſequenter arcus Æquatoris diurnos qui per Meridianum tranſeunt & diem Solarem metiuntur eſſe inter ſe inæquales.

Secunda inæqualitatis dierum cauſa.

Sed non naſcitur, ex hac unica cauſa, diurnorum arcuum Æquatoris inæqualitas, nam ipſe Solis motus in Ecliptica apparens inæquabilis eſt. Tardiuſque incedit diutiuſque commoratur Sol in ſignis Borealibus, quam in Auſtralibus per octo integros dies, unde etiamſi nulla eſſet viæ Solaris obliquitas, ex hac ſola cauſa arcus Æquatoris diurni æquales eſſe non poſſunt, Adeoque multo magis ſe prodit dierum inæqualitas, cum ad id concurrunt duæ prædictæ cauſæ, Solis ſcil. inæquabilis motus, & Eclipticæ obliquitas, quæ licet interdum ſibi mutuo officiunt, & inæqualitatem minuunt, ut fit quando arcus diurni Æquatoris decreſcunt propter obliquitatem Eclipticæ, ſed creſcunt propter acceſſum Solis ad Perigeum, aut contra, aliquando tamen concurrunt ad inæqualitatem augendam, & neutra illarum ab altera pendet, ſed utraque ſuum ſigillatim ſortitur effectum.

Motus itaque apparens Solis in orientem cum inæquabilis ſit, ad tempus æquabile (quod eodem tenore ſemper fluit) menſurandum idoneus non eſt; adeoque nec dies naturales & apparentes aptæ erunt motuum cæleſtium menſuræ, de iis loquor qui à motu Solis non pendent.

dent. Ideoque neceſſe fuit Aſtronomis pro his Solaribus diebus alios medios & æquales ſubſtituere, in quos motus cæleſtes diſtribuerent, & hi motus, cum ad tempus æquale ſint collecti, oportet tempus illud rurſus in apparens convertere, ut à nobis obſerventur, qui tempora Solis motu apparenti metimur & numeramus; & è contra ſi aliquid Phænomenon cæleſte, Eclipſis puta, tempore apparente obſervetur, & ſecundum illam obſervationem Tabulæ Aſtronomicæ ſunt examinandæ, neceſſe erit tempus apparens in æquale convertere, aliter obſervata Phænomena à computatis different.

Determinatio dierum mediarum ſeu æqualium.

Quoniam nullum novimus in natura corpus naturale, quod motum perfecte æquabilem conſervat, & talis tamen motus ſolus idoneus eſt ad dies horaſque æquales connotandas, Convenit ut fingamus aliquod ſidus quod in Æquatore verſus orientem ſemper incedat, & motum ſuum nuſquam intendat aut remittat, ſed uniformiter Æquatorem percurrat eodem præciſe tempore quo Sol Eclipticam deſcribere videtur. Talis ſideris motus tempus æquale & verum rite repræſentabit, ejuſque motus in Æquatore diurnus eſſet 59′ : 8″. Qualis ſcil. eſt motus medius Solis in Ecliptica, & proinde dies æqualis & medius per appulſum hujus ſideris ad Meridianum determinatus, æqualis erit tempori quo tota circumferentia Æquatoris ſeu gradus 360 per Meridianum tranſeunt, & inſuper 59′ : 8″, cumque hoc additamentum ſeper idem maneat, dies omnes medii erunt inter ſe æquales.

Cum

Æquatio Temporis quid?

Cum Sol inæqualiter ſecundum Æquatorem, orientem verſus promoveatur, aliquando citius hoc ſidere Meridianum attinget, aliquando ſerius ad eundem appellet. Et differentia eſt illa quæ inter tempus apparens & æquabile intercedit, Differentia autem hæc nota erit, ex datis in Æquatore loco ſideris, & puncto quod una cum Sole ad Meridianum pervenit. Arcus enim interceptus ſi in tempus convertatur, oſtendet differentiam quæ eſt inter tempus apparens & æquale. Hæc Differentia dicitur *Temporis Æquatio*, eſtque Tempus illud quod labitur dum Arcus Æquatoris inter punctum definiens Solis Aſcenſionem Rectam & locum ſideris ficti interceptus per Meridianum tranſit.

Quando tempus apparens præcedit verum.

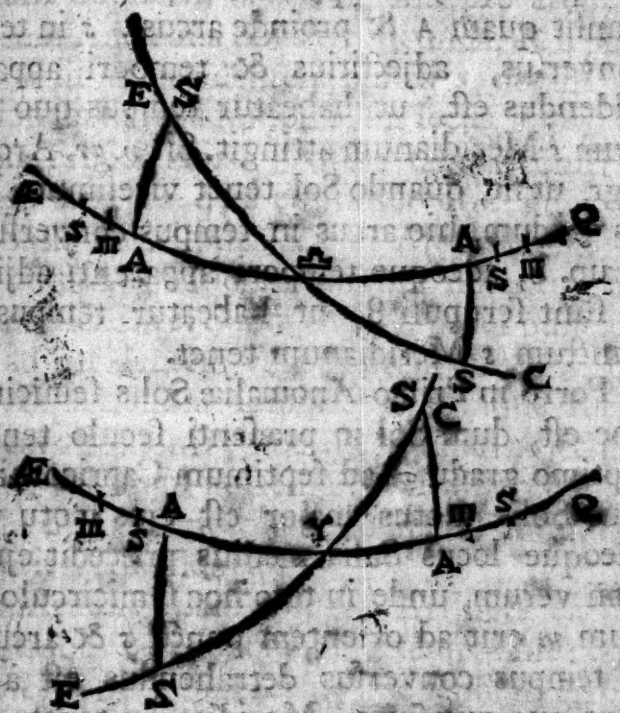
Sit ÆQ Æquinoctialis circuli portio, EC Ecliptica, in qua ſit S locus Solis verus in Ecliptica, SA Declinationis circulus per Solem tranſiens Æquatori occurrens in A, erit A punctum Æquatoris quod ſimul cum Sole ad Meridianum pervenit. Sit *m* locus ſideris medio motu in Æquatore progredientis, & cum Sol ad Meridianum pervenerit ſidus fictum ab illo diſtabit arcu *m*A. Quod ſi punctum *m* ſit puncto A orientalius, ſerius Meridianum attinget quam A, Tempuſque apparens præcedet medium ſeu æquale.

Quando ſequitur verum.

At ſi punctum *m* ſit ad occidentem puncti A, citius illud ad Meridianum revertitur, eritque tempus apparens æquabili poſterius. Arcus autem Æquatoris A *m* in tempus converſum eſt æquatio temporis, quæ addenda eſt tempori apparenti aut ab illo ſubtrahenda, prout punctum *m* orientalius eſt aut occidentalius

talius puncto A, ut fiat Tempus æquabile. Ut ſitus puncti A reſpectu ipſius *m* & arcus A *m*, quantitas dignoſcatur, capiatur in Æquatore arcus ♈ *s* vel ♎ *s* æqualis arcui ♈ S vel ♎ S in Ecliptica, unde arcus *s m* æqualis erit diſtantiæ

Æquatio Temporis duabus conſtat partibus.



inter Solis locum verum & medium, quæ proinde ex dato Anomaliæ gradu dabitur: Arcus vero A *s* eſt differentia inter trianguli rectanguli ♈ S A Hypotenuſam ♈ S & ejuſdem baſim ♈ A & ea per Trigonometriam etiam dabitur, Eſt præterea arcus A *m* æqualis ſummæ vel differentiæ arcuum A *s*, *s m*, quæ proinde ex illis notis dabitur.

Porro animadvertendum eſt, in primo & tertio Eclipticæ Quadrante, punctum *s* cadere ad orientem reſpectu puncti A; adeoque arcum

Harum partium effectus ſigillatim explicantur.

cum A *s* in tempus conversum ablatitium esse, serius enim ad Meridianum appellit punctum *s* quam A. In secundo autem & quarto Ecliptícæ quadrante, punctum *s* cadit ad occidentem puncti A, ideoque citius per Meridianum transit quam A & proinde arcus A *s* in tempus conversus, adjectitius & tempori apparenti addendus est, ut habeatur tempus quo punctum *s* Meridianum attingit. Sit *v. gr.* Arcus A*s* 2 gr. ut fit, quando Sol tenet vicesimum Arietis gradum, hic arcus in tempus conversus est scrup. 8, adeoque tempori apparenti adjiciendi sunt scrupuli 8, ut habeatur tempus quo punctum *s* Meridianum tenet.

Porro in Primo Anomaliæ Solis semicirculo, hoc est, dum Sol in præsenti seculo tendit à septimo gradu ♋ ad septimum Capricorni, medius Solis motus major est ejus motu vero; adeoque locus Solis medius præcedit ejus locum verum, unde in toto hoc semicirculo punctum *m* erit ad orientem puncti *s* & arcus *m s* in tempus conversus detrahendus est à tempore quo punctum *s* Meridianum tenet. At in altero Anomaliæ semicirculo scil. postquam Sol Perigeum reliquerit, motus medius minor est vero, & locus Solis medius verum sequitur, unde punctum *m* cadet ad occidentem puncti *s*, illudque citius hoc ad Meridianum appellet, & propterea arcus *m s* in tempus conversus adjiciendus est tempori in quo *s* Meridianum occupat. Dato autem temporis intervallo inter appulsus punctorum *m* & *s* ad Meridianum, item intervallo inter appulsus punctorum *s* & A ad eundem, dabitur interval-

lum

lum temporis inter appulſus puncti *m* & puncti A ad Meridianum; hoc eſt, dabitur intervallum temporis apparentis & veri ſeu æqualis, Quod eſt temporis Æquatio.

Ad Tempus perpetuo æquandum, Artifices condunt duplicem tabulam, una pro arcu *s m* quæ cum Anomalia Solis eſt adeunda, & ſi punctum *m* ſit ad occidentem puncti *s*, notant Æquationem ſigno additionis, ſin ſecus, apponunt ſignum ſubductionis. Altera tabula conſtruitur pro arcu *s* A quæ eſt differentia inter locum Solis in Ecliptica & ejus Aſcenſionem Rectam cujus Æquationes ſimiliter notantur ſigno Additionis vel Subductionis, prout punctum *s* eſt ad occidentem vel orientem puncti A, harum Æquationum ſumma, ſi utraque fuerit ejuſdem affectionis; hoc eſt, ſi ſimul adjectitiæ fuerint vel ſimul ablatitiæ; vel differentia, ſi fuerint diverſæ affectionis, componit abſolutam temporis Æquationem. *Duæ Æquationum Tabulæ.*

Conſtruunt etiam tabulam Artifices ex harum utraque compoſitam, quæ temporanea tantum eſt & uni circiter ſeculo ſine ſenſibili errore inſerviens, nam per unum fere ſeculum idem Anomaliæ Solis gradus, in eundem Eclipticæ gradum incidit; adeoque pro ſpatio quinquaginta annorum, Æquationes duæ in unam componi poſſunt. Sed ob motum Præceſſionis Æquinoctiorum, Apogeon Solis, ſeu potius Aphelion Terræ, locum ſuum in Ecliptica mutat, & in orientem una cum fixis progreditur; adeoque diverſis ſeculis, idem Anomaliæ gradus ad diverſa Eclipticæ puncta referentur, & proinde una Tabula pro omnibus ſeculis non ſufficiet. *Tabulæ Æquationis Temporis.*

Sidus

Quando dies Solares incipiunt fieri mediis longiores.

Sidus fictum, cujus motus tempus æquabile metitur, ſemper verſus orientem uniformiter progreditur. At punctum A quod Solis Aſcenſionem rectam definit, & tempus apparens connotat, ultra citraque punctum *m* libratur, & nunc ad orientem, nunc ad occidentem Sideris ficti aliquando etiam cum illo coincidens invenitur; unde quando puncti A motus relativus reſpectu iſtius Sideris ſit verſus orientem, punctum A magis in orientem promovetur quam ſidus, & dies fiunt mediis longiores: Nam quo celerius verſus orientem tendit punctum A, eo dies Solares fiunt longiores, nam præter revolutionem cæli integram, majus eſt ádditamentum arcûs quod diei Solari accedit, ob majus ſpatium verſus orientem confectum. Hinc ſequitur, quod quamprimum motus relativus puncti A incipit fieri verſus orientem, dies Solares incipient quoque fieri mediis longiores; De motu relativo loquor qui fit reſpectu Sideris *m*, nam ejus motus abſolutus ſemper fit verſus orientem. At quando punctum A ultra *m* verſus orientem delatum rurſus ad Sidus *m* accedere incipit, ejuſque reſpectu ad occidentem tendere, tunc fiunt dies Solares mediis breviores; Ubi autem maxime à Sidere *m* ad orientem aut occidentem receſſerit A, ibi dies Solares fiunt mediis æquales, & in illis punctis maximæ fiunt Temporis Æquationes. Ubi autem motus puncti A verſus orientem ſit velociſſimus, ibi dies fiunt omnium longiſſimi. Quo autem in puncto, motus hic ſit tardiſſimus, hoc eſt, ubi motus relativus verſus occidentem maximus eſt, ibi dies ſunt breviſſimi.

Quando mediis æquales fiunt.

In

Quibus Anni temporibus fiunt maximæ Æquationes.

In hoc noſtro ſeculo, cum Sol 10. gr. Scorpionis tenet, punctum A à Sidere *m* maxime diſtat verſus occidentem, ejuſque diſtantia eſt 4. gr. ſcrup. 2. ſecund. 45. & proinde æquatio maxima eſt minut. horar. 16. ſecund. 11. Inde incipiunt dies Solares creſcere; uſque dum Sol ad gradum Aquarii 22 ½ pervenit. Ubi maxime in orientem promotum eſt punctum A, & à Sidere *m* diſtat gr. 3. ſcrupl. prim. 42 ½. Et maxima temporis Æquatio eſt 14′: 50″. Exinde motus relativus puncti A eſt verſus occidentem, uſque dum Sol gradum Tauri 24^tum attingit, ubi punctum A eſt 1. gr. min. 1 ½ Sidere *m* occidentalius; & Æquatio temporis maxima eſt 4′: 6″, exinde rurſus verſus orientem recedit punctum A; uſque dum Sol occupat Leonis gradum 3 ½, ubi ab *m* diſtat gr. 1. minutis 28 ½ & Temporis Æquatio eſt 5. min. 53. ſec. inde demum motus ejus eſt verſus occidentem; uſque dum Sol ad grad. Scorpionis 10. pervenerit, ex quo ad orientem continuo tendet punctum A. Patet porro quotieſcunque puncta A & *m* coincidunt, coincidere quoque tempus apparens & medium.

Hinc ſi habeatur Horologium Automaton affabre elaboratum, & Pendulo inſtructum, cujus motus ad tempus æquale ſeu medium ordinatur, & Index ſimul cum tempore æquali congruat. Horologium hoc diverſam ſemper à Sole monſtrabit horam, præterquam quater in anno. Scil. circa diem Aprilis quartum, Junii ſextum, Auguſti viceſimum, & Decembris decimum tertium. Aliis omnibus temporibus, Hora Horologii Solarem vel antecedet, vel ſequetur;

quetur; circa autem Octobris diem viceſimum tertium, omnium maxime à Sole differt, ubi ejus motus Solari lentior erit minutis 16. ſecund. 11.

Si quæratis, in quibus punctis, Æquationes Temporis fiunt maximæ. Hujus Problematis ſolutionem nobis impertivit celeberrimus *Halleius*, vir ob præclara inventa, nunquam ab Aſtronomis ſine honore nominandus, ad quam ſolutionem ſequentia præmittimus.

Lemma.

Si figura plana in planum aliquod Orthographice projiciatur, quod fit demittendo à ſingulis ejus punctis in planum ſubjectum perpendiculares. Figuræ in plano projectio erit ad ipſam figuram, ut Coſinus Inclinationis planorum ad radium.

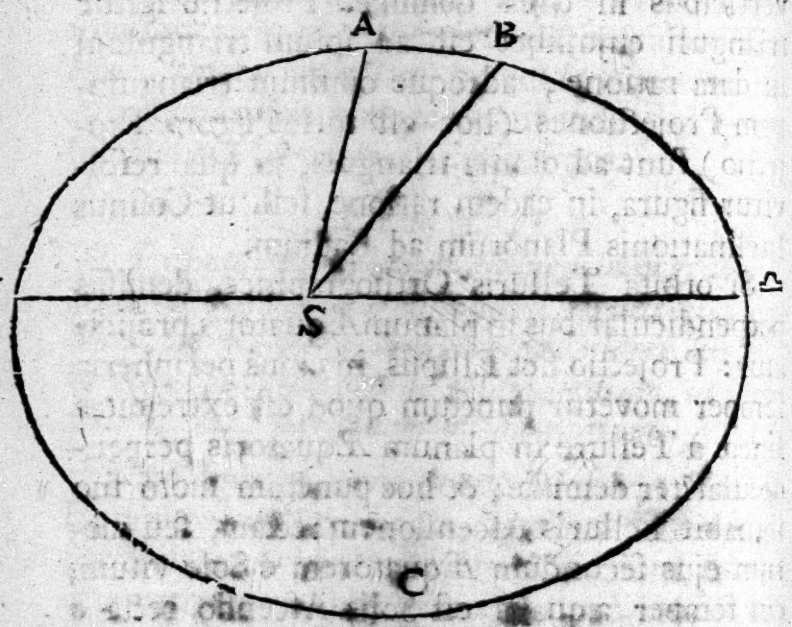
Nam figura quævis poteſt reſolvi in parallelogramma vel triangula, quorum baſes ſunt parallelæ communi planorum ſectioni, adeoque erunt parallelæ plano in quod projiciuntur, unde baſes & earum projectiones erunt ſibi ipſis æquales & parallelæ, uti à nobis in Lect. XIII. oſtenſum fuit. Sed perpendiculares à verticibus triangulorum in baſes demiſſæ, ſunt etiam ad communem planorum ſectionem perpendiculares, *per* 29. *El.* 1. Et proinde perpendicularium ad planum inclinatio æqualis eſt inclinationi planorum ad ſe invicem. Harum itaque perpendicularium projectiones ſunt ad ipſas perpendiculares, ut *Coſinus* inclinationis planorum ad radium. Quodlibet igitur triangulum vel parallelogrammum projicitur in aliud, cujus baſis eſt æqualis baſi ipſius trian-

guli

guli aut parallelogrammi quod projicitur, & cujus altitudo est ad altitudinem trianguli, ut Cosinus inclinationis Planorum ad Radium. Sed triangula & parallelogramma quorum bases sunt æquales, sunt ut perpendiculares à verticibus in bases demissæ. Projectio igitur trianguli cujuslibet est ad ipsum triangulum in data ratione; adeoque omnium triangulorum Projectiones (hoc est totius figuræ Projectio) sunt ad omnia triangula, in quæ resolvitur figura, in eadem ratione, scil. ut Cosinus Inclinationis Planorum ad Radium.

Si orbita Telluris Orthographice, demissis perpendicularibus in planum Æquatoris, projiciatur: Projectio fiet Ellipsis, in cujus peripheria semper movetur punctum quod est extremitas lineæ à Tellure in planum Æquatoris perpendiculariter demissæ; & hoc punctum moto suo signabit Telluris Ascensionem rectam, seu motum ejus secundum Æquatorem è Sole visum, cui semper æqualis est Solis Ascensio recta è Tellure visa. Sit ♈ A ♎ C Ellipsis in quam projicitur orbita Telluris, S punctum in quod Solis centrum projicitur; ♈ S ♎ communis sectio Æquatoris & Ecliptica, A punctum quod perpendiculum à Tellure Ellipsi offendit, erit ♈ S A angulus quem metitur Solis Ascensio recta. Dico jam punctum illud A, quod signat motum Ascensionis rectæ, ita in Ellipsi ♈ A ♎ C moveri, ut describat circa S Areas temporibus proportionales. Dato enim tempore, moveatur A per arcum Ellipticum A B, ducantur A S, B S, & trilineum A S B erit projectio correspondentis Areæ quam Terra in plano Ecliptica circa So-

lem eodem tempore describit. Et proinde erit Projectio A S B ad Aream correspondentem in orbita Telluris, ut Cosinus Inclinationis Æquatoris & Eclipticæ ad Radium; sed in eadem ratione est tota Area Elliptica ♈ A ♎ C ad totam

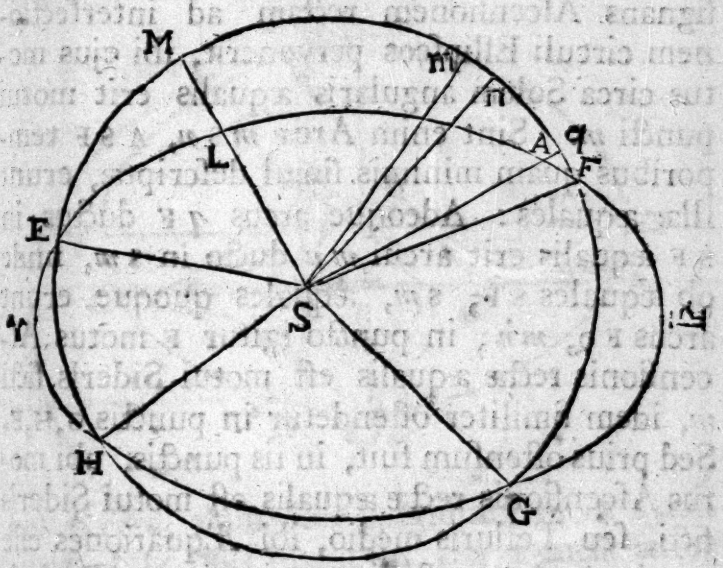


orbitam Telluris, unde permutando, erit trilineum A S B ad totam Aream Ellipticam, ♈ A ♎ C, ut Area in orbita Telluris circa Solem descripta, ad totam orbitam Telluris; hoc est, ut tempus quo describitur Area illa in orbita Telluris, vel quo describitur trilineum A S B in projectione, ad tempus Telluris Periodicum, vel tempus quo describitur tota Ellipsis ♈ A ♎ C. Eâ itaque ratione circa punctum S movetur punctum A ut describat Areas temporibus proportionales.

Iisdem positis, centro S, intervallo S Ā, quod

fit

sit medium proportionale inter Ellipseos semiaxem majorem & minorem, describatur circulus, ejus Area æqualis erit Areæ Ellipseos uti ex Conicis domonstrare facile est. Circulus hic Ellipsim secabit, in quatuor punctis E, F, G, H. Hæc

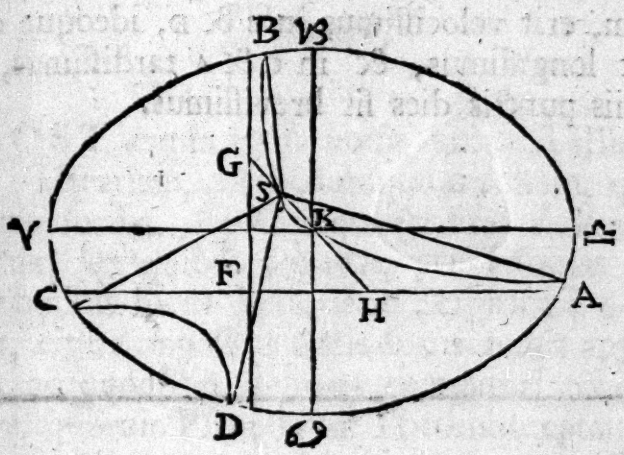


puncta ostendent Ascensiones Solis Rectas, ubi Temporis Æquationes fiunt maximæ. In Peripheria circuli moveri concipiatur punctum aliquod M uniformiter, ejus motus Sideris nostri ficti *m* motum repræsentabit, & describet circa punctum S sectores circulares temporibus proportionales. Cumque Area totius circuli sit Areæ totius Ellipseos æqualis, erunt Areæ sectorum circuli & Areæ Ellipticæ circa S temporibus æqualibus descriptæ semper æquales. Ponamus itaque punctum M in Peripheria circuli, & punctum in Peripheria Ellipseos significans Solis Ascensionem rectam simul in recta SM incidere, quæ puncta postea sint in *m* & A,

erit Area L S A Elliptica æqualis Areæ circulari M S *m*; cumque arcus M *m* ſit extra Ellipſim, erit angulus M S *m* minor angulo M S A, quorum angulorum differentiam metietur arcus *m* A, qui eſt Temporis Æquatio. Cum punctum ſignans Aſcenſionem rectam ad interſectionem circuli Ellipſeos pervenerit, ibi ejus motus circa Solem angularis æqualis erit motui puncti *m*. Sint enim Areæ *m* S *n*, A S F temporibus quam minimis ſimul deſcriptæ, erunt illæ æquales: Adeoque arcus *q* F ductus in S F æqualis erit arcui *m n* ducto in S *m*, unde ob æquales S F, S *m*, æquales quoque erunt arcus F Q, *m n*; in puncto igitur F motus Aſcenſionis rectæ æqualis eſt motui Sideris ficti *m*, idem ſimiliter oſtendetur in punctis G, H, E. Sed prius oſtenſum fuit, in iis punctis, ubi motus Aſcenſionis rectæ æqualis eſt motui Sideris ficti, ſeu Telluris medio, ibi Æquationes eſſe maximas. In punctis itaque F, G, H, E Æquationes ſunt maximæ.

Si quærantur puncta ubi dies ſunt longiſſimi, vel breviſſimi; hujus Problematis ſolutionem nobis quoque ſuppeditavit idem nunquam ſatis laudandus *Halleius*, quæ talis eſt. Ellipſis ♈ ♋ ♎ ♑ ſit projectio orbitæ Telluris ut prius, S punctum in quo Solis centrum, K centrum Ellipſeos, producatur K S utrinque, ita ut K G & S H ſint ad K S (quæ eſt projectio excentricitatis) ut Quadratum Radii ad Quadratum Sinus Obliquitatis Eclipticæ; Per K ducatur ♈ ♎ parallela communi ſectioni planorum Eclipticæ & Æquatoris, & huic ad angulos rectos ducatur ♋ K ♑. Per G ducatur G F & per H recta

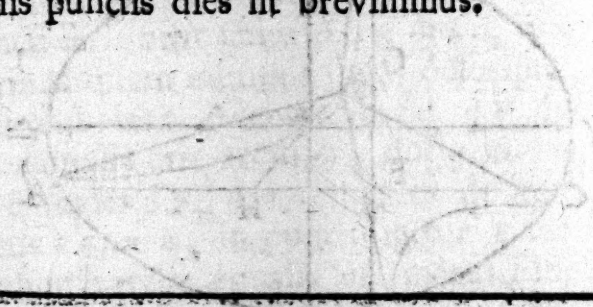
H recta F H ad ♋ ♑, & ♈ ♎ parallelæ. Per S & K describatur Hyperbola cujus Asymptoti sunt F G, F H, hæc Hyperbola ejusque opposita C D Ellipsim in punctis quæsitis secabunt; hoc est, cum Sol est in punctis Eclipticæ respondenti-



bus D & B, fiunt dies longissimi, & in B longiores sunt dies quam in D. Puncta autem quæ punctis A & C respondent, ostendent dies brevissimos; & in A quidem breviores sunt quam in C.

Cujus Demonstratio exinde patet, quod punctum Solis Ascensionem rectam signans, ita in Peripheria Ellipseos fertur ut describat Areas temporibus proportionales, uti ostensum est; Adeoque ejusdem puncti velocitas angularis est ubique reciproce ut quadratum distantiæ ab S; velocitates igitur fiunt maximæ, ubi rectæ ex S minimæ in Ellipsim cadunt, & velocitates sunt minimæ ubi rectæ ex S in Ellipsim cadunt maximæ. At constat ex constructione; & *Prop.* 62, *lib.* 5. Conicorum

Apollonii, Hyperbolas deſcriptas Ellipſim ſecare in punctis A & D, ubi rectæ S A & S D ſunt maximæ, & in punctis B & C ubi S B, S C ſunt minimæ; in iis enim punctis cadunt ex S, rectæ S B, S C, S D, S A ad curvam perpendiculares. Hinc motus Solis, ſecundum Aſcenſionem rectam, erit velociſſimus in B & D, ideoque dies fiet longiſſimus, & in C & A tardiſſimus, & in iis punctis dies fit breviſſimus.



LECTIO

LECTIO XXVI.

De Reliquorum Planetarum Theoriis.

POST explicatam motûs Annui Telluris Theoriam, methodumque traditam, qua orbitæ forma, Apſidumque poſitio determinantur; ex quibus cognitis, per Tabulas Aſtronomicas locus Telluris in Ecliptica è Sole viſus, eique oppoſitus Solis locus nobis apparens, ad quodlibet tempus computari poteſt. Ad reliquorum Planetarum Theorias exponendas accedimus, quæ non niſi per motum Telluris prius cognitum inveniri poſſunt.

Theoriæ Planetarum fundantur in Theoria Terræ.

Ante omnia, oportet Planetarum periodos, ſeu tempora, in quibus ſinguli circulationes abſolvunt determinare; Ad quod faciendum, notandum eſt, quando Planetæ ſuperiores ſunt in ſitu Achronicho; hoc eſt, quando in oppoſitione Solis videntur à nobis è Tellure eos ſpectantibus, apparent eſſe in eodem Eclipticæ puncto in quo ex Sole viderentur, ſi ibi conſtitutus fuiſſet oculus. Quinetiam cum inferiores in conjunctione cum Sole & in Solis diſco ſpectantur; ex Sole viſi oppoſitum Eclipticæ locum occupare conſpicerentur. Quoties igitur Planeta aliquis ſuperior in oppoſitione Solis videtur, locus ejus Geocentricus eum Heliocentrico coincidit. At quando inferior in conjunctione

Locus Geocentricus & Heliocentricus, cum Planeta ſuperior eſt in oppoſitione Solis, coincidunt.

ctione cum Sole, & in ejus disco cernitur, locus Heliocentricus oppositus erit loco Geocentrico, seu illi qui ex Tellure spectatur, præterea cum Planetæ inferiores sunt in maximis à Sole Elongationibus; Angulus ad Solis centrum inter rectas ad Terram & Planetam ductas comprehensus, æqualis est complemento Elongationis Planetæ à Sole, (nam in orbitis propemodum circularibus, linea orbitam tangens est perpendicularis ad rectam à Sole ad punctum contactus ductam) ac proinde dabitur ille angulus, sed datur punctum Eclipticæ in quo Tellus in illo momento videbitur; unde dabitur quoque punctum in quo Planeta inferior è Sole conspicitur. In his igitur positionibus dabuntur Planetarum loca Heliocentrica.

Temporum Periodicorum prima Determinatio.

Si itaque Planeta aliquis superior, *v. gr.* Jupiter observetur cum est in oppositione Solis, iterumque rursus cum ad oppositum Solis pervenit; Dabitur arcus quem Planeta è Sole spectatus interea temporis percurrit; Fiat itaque ut arcus ille ad totam circumferentiam, ita tempus inter observationes elapsum, ad quartum, dabitur exinde quamproxime tempus Planetæ Periodicum, & similiter ex datis inferiorum locis Heliocentricis eorum Periodos quamproxime colligere licebit; quamproxime dico, nam calculus supponit motum Planetæ esse in circulo & per omnem periodum æquabilem; quod verum non est, unde non accurate hac methodo dabuntur Planetarum periodi.

Sequenti igitur methodo accuratius investi-

gari

gari poſſunt Planetarum Tempora Periodica. Obſervetur Planeta quilibet bis in eodem nodo; id eſt, binæ fiant obſervationes, quando Planeta, ad eandem orbitæ partem, nullam habuerit latitudinem, quod tunc ſolum poteſt contingere, quando Planeta eſt revera in nodorum aliquo: Tempus inter binas obſervationes elapſum, æquale erit tempori Planetæ Periodico. Nam cum Planetæ omnes moveantur in orbitis, quorum plana ab Eclipticæ plano diverſa ſunt, & Sol in communi omnium orbitarum foco exiſtat, orbitæ omnes Eclipticæ planum ſecabunt in lineis per Solem tranſeuntibus, quæ ad Eclipticam productæ nodos duos oſtendent; & Planeta non niſi ſemel in integra periodo in nodorum aliquo ſpectari poteſt. Nodi autem vel quieſcunt vel tarde admodum moventur; adeo ut ſpatio unius periodi tanquam quieſcentes haberi poſſunt. Unde ex dato tempore inter duos proximos Planetæ ad eundem nodum appulſus, innoteſcet Planetæ Periodus. *Eorundem accuratior determinatio.*

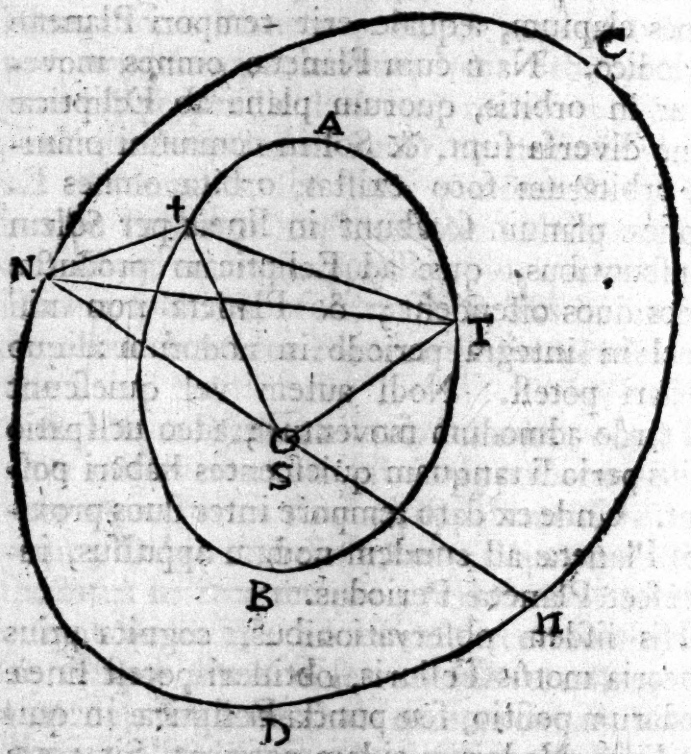
His iiſdem obſervationibus, cognita prius Theoria motûs Telluris, obtineri poteſt lineæ Nodorum poſitio, ſeu puncta Eclipticæ in quibus linea Nodorum eidem occurrit. Sit A T B orbita Telluris, C N D Planetæ orbita, N S *n* Nodorum linea: Sitque in prima obſervatione Tellus in T, & Planeta obſervetur in N. Cumque Planetæ locus è Terra viſus per obſervationem innoteſcit; Solis autem locus ad illud tempus ex cognitâ Telluris Theoriâ datur; Exinde arcus Eclipticæ inter duo loca interceptus ſeu menſura anguli N T S dabitur. In

ſecundâ

secunda observatione, sit Tellus in *t*, & Planeta in eodem Nodo N, unde similiter inveniatur angulus N *t* S.

Nodorum positiones determinantur.

In triangulo rectilineo T S *t*, dantur T S, *t* S, & angulus T S *t*, ex nota Theoria Telluris;



unde per Trigonometriam inveniri possunt anguli S T *t* & S *t* T, item latus T *t*, ab angulo itaque S T *t* dato, auferatur datus angulus N T S, & dabitur angulus N T *t*, ad angulum datum S *t* T, addatur angulus datus N *t* S, & dabitur angulus N *t* T; unde in triangulo N *t* T, dantur omnes anguli, cum latere T *t* prius invento, quare dabitur latus N T distantia Planetæ à

Terra

Terra. Denique in triangulo NTS, dantur latera NT, TS, & angulus NTS obſervatione cognitus, exinde innoteſcet latus NS diſtantia Planetæ in nodo exiſtentis à Sole, & angulus TSN qui poſitionem Nodorum oſtendet. Nam notum eſt punctum Eclipticæ quod Tellus è Sole viſa tempore obſervationis occupat, & notus eſt angulus TSN; quare quoque innoteſcet punctum Eclipticæ in quo Nodus N è Sole videtur, & punctum *n* huic oppoſitum erit alterius Nodi locus, unde notus erit Nodorum ſitus inveniendus.

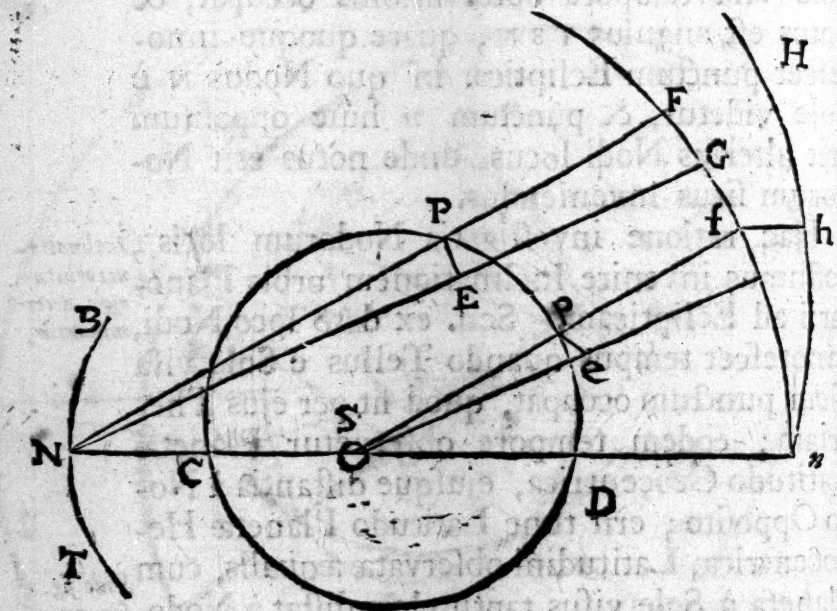
Inclinationes orbitarum determinantur.

Hac ratione inveſtigatis Nodorum locis; poſſumus invenire Inclinationem orbis Planetarii ad Eclipticam. Scil. ex dato loco Nodi, innoteſcet tempus quando Tellus è Sole viſa idem punctum occupat, quod fit per ejus Theoriam; eodem tempore obſervetur Planetæ Latitudo Geocentrica, ejuſque diſtantia à Nodo Oppoſito; erit tunc Latitudo Planetæ Heliocentrica, Latitudini obſervatæ æqualis, cum Planeta à Sole viſus tantundem diſtat à Nodo. Sit enim CPD orbita Planetæ, NS*n* Nodorum linea, BNT portio orbitæ Telluris, in qua ſit Tellus in N, ſcil. in linea Nodorum, obſervetur Planeta in P, eruntque Sol, Planeta, & Tellus omnes in plano orbitæ Planetariæ. A puncto P ad Eclipticam demittatur normalis recta PE, & in plano Eclipticæ ducatur recta NE. Planum trianguli NPE ad Eclipticam rectum erit, & angulus PNE erit Latitudo Planetæ obſervata; per S ducatur S*pf* ad NP & *pe* ad PE parallelæ, & planum per S*p*, *pe* erit ad planum NPE parallelum, & proinde ad Eclip-

Vide fig. ſequentis paginæ.

ticæ

ticæ planum normale ; adeoque s *e* communis sectio hujus plani cum Ecliptica erit ad N E parallela, quare ob s *p*, s *e* parallelas ad N P, N E erit angulus *p* s *e* Latitudo Heliocentrica æqualis angulo P N E Latitudini Planetæ è Tellure obſervatæ, cum illa in Nodo invenitur.



Sit *n f* portio orbitæ Planetæ ad cælum productæ, *n h* portio Eclipticæ, *f h* arcus circuli Latitudinis per Planetæ locum Heliocentricum ductus. In triangulo Spherico rectangulo *n f h*, ex datis *n h* distantia Planetæ à Nodo, & *h f* ejus Latitudine obſervata; dabitur angulus *h n f* inclinatio orbis Planetarii ad Eclipticam.

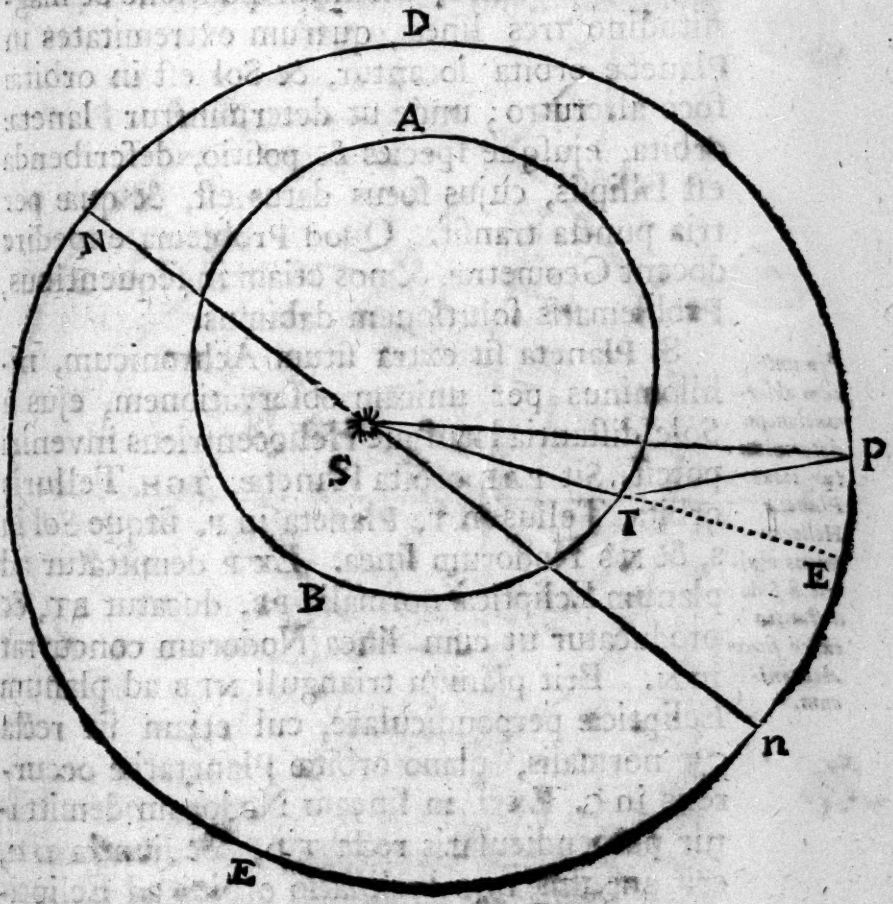
Determinatur locus Heliocentricus Planetæ & distantia.

Inventa ſemel hac inclinatione, obſervatione innoteſcet locus Planetæ Heliocentricus, ejuſque à Sole diſtantia, quotieſcunque ille in ſitu Achronico ſeu Soli oppoſito invenitur.

Sit

Sit A T B orbita Telluris, D P E orbita Planetæ; sitque Planeta in P, Tellus in T, & N S *n* Nodorum linea, in qua sit Sol in S. Locus Planetæ ad Eclipticam reductus erit in linea S T, quæ per terram transit; Observetur angulus

stantia à Sole quando Planeta observetur in situ Achronico.



P T E Latitudo Planetæ Geocentrica. Sed datur angulus P S T ejus Latitudo Heliocentrica, quia datur distantia Planetæ à Nodo. Præterea per Theoriam motus Telluris, datur S T distantia Telluris à Sole: Adeoque in triangulo P S T, ex datis omnibus angulis una cum latere S T, dabitur

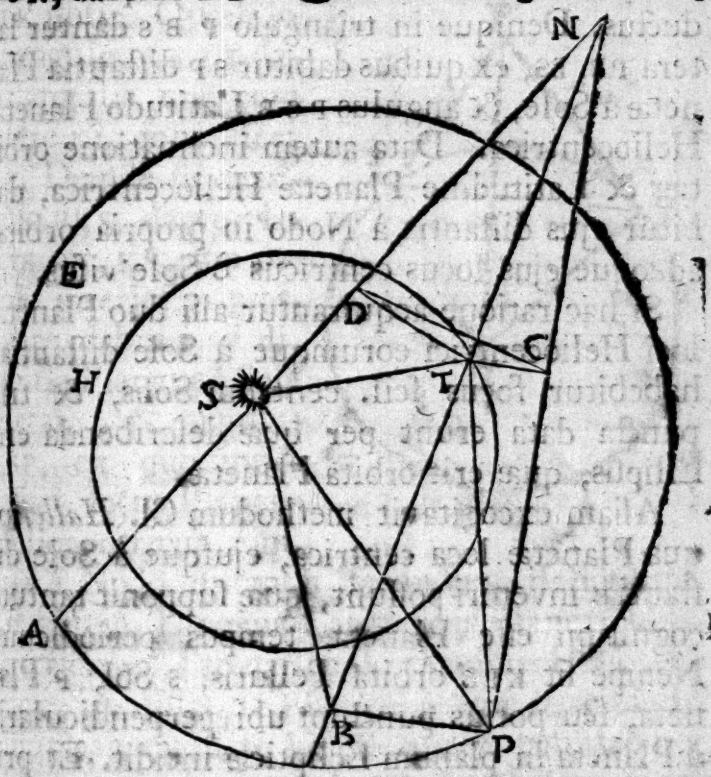
dabitur P S distantia Planetæ à Sole, sed datur angulus P S *n*, ex data latitudine Heliocentrica, ex quo innotescet Planetæ locus Heliocentricus in propria orbita: Similiter si aliæ duæ habeantur ejusdem Planetæ observationes in situ Achronico, dabuntur positione & magnitudine tres lineæ, quarum extremitates in Planetæ orbita locantur, & Sol est in orbitæ foco alterutro; unde ut determinetur Planetæ orbita, ejusque species & positio, describenda est Ellipsis, cujus focus datus est, & quæ per tria puncta transit. Quod Problema expedire docent Geometræ, & nos etiam in sequentibus, Problematis solutionem dabimus.

Per unicam observationem determinatur locus Planetæ Heliocentricus ejusque à Sole distantia extra situm Achronicum.

Si Planeta sit extra situm Achronicum, nihilominus per unicam observationem, ejus à Sole distantia locusque Heliocentricus inveniri potest. Sit P A E orbita Planetæ, T G H Telluris orbita, Tellus in T, Planeta in P, sitque Sol in S, & N S Nodorum linea. Ex P demittatur ad planum Eclipticæ normalis P B, ducatur B T, & producatur ut cum linea Nodorum concurrat in N. Erit planum trianguli N P B ad planum Eclipticæ perpendiculare, cui etiam sit recta C T normalis, plano orbitæ Planetariæ occurrens in C. Ex T in lineam Nodorum demittatur perpendicularis recta T D, & juncta D C, erit angulus T D C inclinatio orbitæ ad Eclipticam, quæ itaque datur. Observetur angulus P T B Latitudo Planetæ Geocentrica, item angulus B T S Elongatio Planetæ à Sole secundum Eclipticam. In triangulo N T S, datur, ex Theoria Telluris, latus T S distantia terræ à Sole in momento observationis. Item angulus

T S N;

TSN, ex cognitis locis Telluris & Nodi, datur etiam angulus STN distantia Planetæ à Sole è terra visa, vel ejus complementum ad duos rectos, unde dabitur NT. Et in triangulo rectangulo TSD, ex datis TS & angulo TSD, seu TSN, dabitur TD. Quare in triangulo rectan-



gulo TDC, ex datis TD & angulo TDC inclinatione orbitæ ad Eclipticam, dabitur exinde TC. In triangulo rectangulo TCN, ex datis TC, TN, dabitur angulus TNC. Quare in triangulo NTP, dantur omnes anguli, nam angulus PTN est Latitudo observata, vel ejus complementum ad duos rectos, & PNT modo inventus est, sicuti latus TN, unde innotescet latus TP. In triangulo PTB rectangulo ad B,

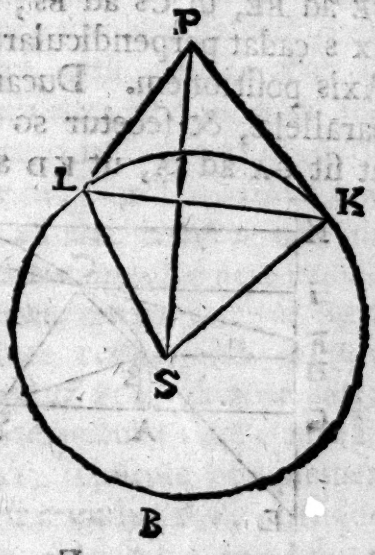
datur

datur T P & angulus P T B Latitudo obſervata, unde dabuntur latera T B, P B. Et in triangulo T S B, ex datis T B, T S cum angulo interjecto B T S dabitur S B, (quæ diſtantia Planetæ à Sole curtata dicitur) cum angulo T S B. Adeoque locus Heliocentricus Planetæ ad Eclipticam reductus. Denique in triangulo P B S dantur latera PB, BS, ex quibus dabitur S P diſtantia Planetæ à Sole, & angulus P S B Latitudo Planetæ Heliocentrica. Data autem inclinatione orbitæ, & Latitudine Planetæ Heliocentrica, dabitur ejus diſtantia à Nodo in propria orbita, adeoque ejus locus centricus è Sole viſus.

Si hac ratione acquirantur alii duo Planetæ loci Heliocentrici eorumque à Sole diſtantiæ, habebitur focus ſcil. centrum Solis, & tria puncta data erunt per quæ deſcribenda erit Ellipſis, quæ erit orbita Planetæ.

Aliam excogitavit methodum Cl. *Halleius*, qua Planetæ loca centrica, ejuſque à Sole diſtantiæ inveniri poſſunt, quæ ſupponit tantum cognitum eſſe Planetæ tempus periodicum. Nempe ſit K L B orbita Telluris, S Sol, P Planeta, ſeu potius punctum ubi perpendicularis à Planeta in planum Eclipticæ incidit. Et primo Tellure in K exiſtente, obſervetur ejus Longitudo Geocentrica, & ex data Theoria Telluris dabitur Longitudo Apparens Solis, quare dabitur angulus P K S. Planeta poſt integram abſolutam periodum, rurſus ad P redibit, quo tempore, Tellus ſit in L, & exinde rurſus obſervetur Planeta, & inveniatur angulus P L S Elongatio Planetæ à Sole. Ex datis momentis obſervationum, dantur loca Telluris in Ecliptica

ptica è Sole visa, ejusque à Sole distantiæ, quare in triangulo LSK, dantur LS, SK, & angulus LSK, quare invenientur anguli SLK & SKL & latus LK. Quare si ab angulis datis PKS & PLS, auferantur anguli noti LKS & KLS, restabunt anguli PKL & PLK noti; Quare in triangulo PLK ex datis angulis, uno cum latere KL, innotescet PK. Deinde in triangulo PKS, dantur latera PK, KS cum angulo interjecto PKS, quare dabitur SP distantia Planetæ à Sole curtata, & angulus KSP, ex quo innotescet locus Planetæ Heliocentricus, ejusque à Nodo distantia secundum Eclipticam.

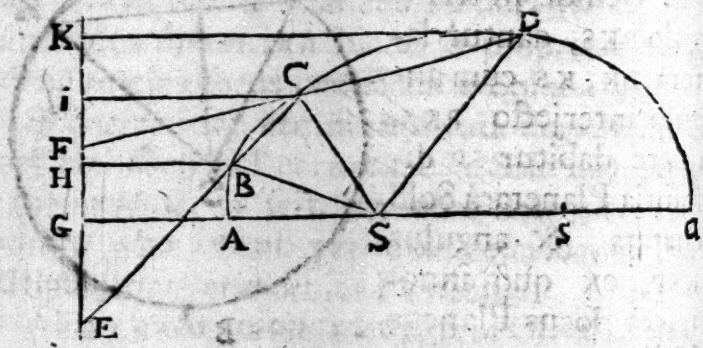


Est autem Tangens Latitudinis Planetæ Geocentricæ, ad Tangentem Latitudinis Heliocentricæ, ut distantia Planetæ à Sole curtata, ad distantiam ejusdem à Tellure curtatam, sed per observationem, datur Latitudo Planetæ Geocentrica; quare dabitur Planetæ Heliocentrica Latitudo, ex qua & distantia à Sole curtata, elicietur Planetæ à Sole vera distantia desiderata. Si hâc ratione acquirantur tria loca centrica Planetæ, tresque correspondetnes ejus à Sole distantiæ, forma orbitæ & Apsidum positio habebitur; describendo Ellipsim cujus focus est Sol quæ transit per tria puncta data.

Ellipsis autem illa sequenti methodo determinatur.

Descriptio Ellipseos cujus focus datus est & quæ per data tria puncta transit.

Sint SD, SC, SB tres rectæ datæ, in datis positionibus à foco S, ducantur DC, BC, & producantur, ut sit DF ad CF, ut DS ad CS. Item CE ad BE, ut CS ad BS; ducatur FE, in quam ex S cadat perpendicularis SG; hæc recta dabit Axis positionem. Ducantur DK, CI, BH ad SG parallelæ, & secetur SG in A, & producatur, ut sit GA ad SA, ut KD ad SD, & ita G*a* ad S*a*,



fiatque *s a* = SA. Erunt puncta A*a* vertices Ellipseos, cujus foci sunt S & *s*, & Axis major A*a*. Et si his verticibus & focis describatur Ellipsis, erit ea ejusdem formæ cum orbita quæsita. Nam quoniam est DS ad CS, & DF ad CF, & ut DK ad CI; erit permutando DS ad DK, ut CS ad CI; & similiter erit SB ad BH ut CS ad CI, ut DS ad CS, & ut DS ad DK, sed ut DS ad DK, ita est per constructionem SA ad GA. Et quoniam est SA : AG :: S*a* : *a*G; erit SA : AG :: S*a* — SA, seu S*s* : *a*G — AG seu A*a*. Adeoque erit SD : DK :: SC : CI :: SB : BH :: S*s* : A*a*. Sed hæc est proprietas Ellipseos cujus focus est S, & Axis major A*a* uti à Scriptoribus Conicis demonstratur, & speciatim à *Milnio* in Elementis

Elementis Conicis, *Part.* IV. *Prop.* 9. unde liquet Ellipſim focis s & *s*, & Axe *Aa* deſcriptam tranſire per puncta BCD.

Quoniam in Aſtronomia, calculus conſtructione quavis, utcunque concinna, utilior eſt; Ellipſeos forma & poſitio ſic calculo invenitur. In triangulis DSC, BSC, ex datis lateribus DS, CS, BS, & angulis DSC, CSB, innoteſcent latera DC, BC, & anguli SDC, SCD, SCB & SBC. Et quoniam datur ratio DF ad CF, & datur DC, dabuntur quoque CF, & DF, ſimiliter quoniam datur ratio CE ad BE, & datur CB, dabuntur CE & BE; ſed datur angulus BCD æqualis duobus notis DCS & BCS, quare dabitur hujus complementum ad duos rectos, ſcil. angulus FCE. In triangulo igitur FCE, dantur latera CF, CE, & angulus interjectus FCE; quare invenietur angulus CEF, ejuſque complementum ad rectum, qui eſt angulus ICE, cui addatur notus angulus SCB, & dabitur totus angulus SCI. Et quoniam *Aa* eſt ad IC parallela; erit angulus CS*a* æqualis SCI angulo, unde ex noto angulo CS*a* dabitur Axeos poſitio. In triangulo rectangulo EBH, ex datis BE & angulo E invenietur BH, & unde ratio BS ad BH, quæ eſt ratio S*s* ad A*a*, & SA ad AG, & S*a* ad *a* G, quare dabuntur puncta *Aa* vertices Ellipſeos & foci s & *s*. Quæ erant invenienda.

Superius oſtenſum eſt, qua ratione locus Planetæ centricus per obſervationem inveniri poſſit, locum autem ſitumque Aphelii nunc invenire docuimus, ex quo dabitur diſtantia Planetæ ab Aphelio, tempore obſervationis, hæc diſtantia Anomalia Planetæ vera ſeu coæ-

quata dicitur; determinatis autem orbitæ Excentricitate & tempore Periodico, locum Planetæ medium ſeu Anomaliam ejus mediam inveſtigare docuimus in Lectione *De Solutione Problematis Kepleri*; & exinde ad tempus obſervationis datum dabitur Planetæ motus medius, locuſque, quem in propria orbita is teneret, ſi æquabili ſemper motu angulari incederet, quo ſemel dato, dabitur Planetæ locus medius, pro alio quovis temporis momento. Fiat enim ut tempus Periodicum ad tempus inter obſervationem & momentum pro quo quæritur locus Planetæ medius; ita integer circulus ſeu grad. 360. ad quartum, hic arcus ſi tempus præceſſerit obſervationem, ablatus à loco prius invento, vel eidem additus, ſi poſterius fuerit, dabit locum Planetæ medium ad tempus Propoſitum.

Ut facilius obtineatur locus Planetæ medius, ad quodlibet temporis momentum, convenit ejus motum ex tabulis Aſtronomicis eruere, in quibus habetur locus Planetæ medius, ſeu Anomalia media, in initio celebris alicujus Æræ, qualis eſt *Æra Nativitatis Chriſti Domini*, *Nabonaſſori*, *Mundi Conditi*, *Urbis Conditæ*, aut *Periodi Julianæ*; Qui locus pro his Temporum momentis datur, per methodum ſupra explicatam, & pro meridie Temporis æquabilis, non apparentis habendus eſt; Locus talis *Epocha* ſeu Radix dicitur, à qua tanquam immobili principio motus omnes conſurgunt.

Tabulæ motus medii quomodo conſtruuntur.

Si tempus per Annos à Nativitate Domini, aut ab initio Periodi Julianæ elapſos numeretur, præſtat ut Annus initium capiat à Meridie quæ primam diem Januarii præcedit, ita ut

ut in Meridie primæ diei Januarii, completa ſit prima Anni dies. Fiat ut Tempus Periodicum ad Annum communem 365 dierum; ita circulus ad quartum, dabitur Planetæ motus medius in uno Anno, & ſimiliter, fiat ut Tempus Periodicum ad diem ita circulus integer ad qrartum, & dabitur motus medius diurnus; ſimiliterque operando, dabitur motus Horarius, motuſque pro ſingulis ſcrupulis primis, ſecundis, &c. Si motus Annuus continuo ad ſe ipſum addatur, dabitur motus duorum, trium, & quatuor Annorum, ſed cum quartus quilibet Annus ſit Biſſextilis conſtans dierum 366, ad motum quarti Anni addendus eſt motus unius diei. Deinde continuo addendo motum unius Anni, habebimus motum 5, 6, & 7, Annorum; ſed motus octavi Anni augendus eſt motu unius diei, vel potius motus quatuor Annorum duplicandus eſt, eſt enim Biſſextilis. Ex hiſce motibus ſic collectis, ſemper rejiciendi ſunt integri circuli, nam poſt circulum peractum, Planeta ſemper ad eundem locum redit.

Hac ratione habentur Planetæ cujuſlibet motus medii, pro Annis ſingulis, uſque ad 20. Deinde ſi motus Annorum 20 continuo ad ſe addantur, dabuntur motus in Annis 40, 60, 80, 100, quibus ſingulis addendo motum decem Annorum dabuntur motus pro Annis 30, 50, 70, 90, 100. Et continua additione motus 100. Annorum rejectis ſemper integris circulis; dabuntur motus Annorum 200, 300, 400, 500, &c. uſque ad 1000. Et ſimiliter progrediendo, obtinentur motus pro Annis 2000, 3000,

4000, 5000. &c. Atque ita quo uſque libuerit progredi liceat.

Motus ſic collecti in Tabulis ſunt reducendi, quæ Tabulæ motus medii dicuntur, ſeu Anomaliæ mediæ, ſi ab Aphelio numerentur motus; & pro ſingulis Planetis in tabulis Aſtronomicis proſtant. Verum notandum eſt, ſi motus medius ſit ab æquinoctio numerandus, loco Temporis Periodici capiendum erit Tempus quo Planeta Zodiacum percurrit, quod Tempore Periodico aliquanto minus eſt, ob motum Æquinoctiorum interea in antecedentia factum.

Si Planetarum Aphelia moveri ſupponatur, hujus quoque motus ratio habenda eſt. Et motus Præceſſionis Æquinoctiorum motuſque Apheliorum, (qui quantum conſtat præterquam in Luna ſunt omnes æquabiles,) pro ſingulis Annis; Annorum Decadibus, centenariis, & millenariis ſunt ſimiliter computandi, & in Tabulis diſponendi, ut pro dato tempore habeantur diſtantiæ fixarum & Apheliorum ab Æquinoctio.

His adjungunt Aſtronomi alias quoque pro ſingulis Anomaliæ mediæ gradibus Tabulas, quibus Anomaliæ veræ correſpondentes habentur, & computari poſſunt per methodum à nobis traditam in Lectione de ſolutione Problematis Kepleri, ſi minuta & ſcrupula ſecunda adjiciantur mediis motibus, capienda eſt differentia inter Anomalias veras uno gradu à ſe invicem diſtantes, & elicienda eſt pars proportionalis addenda Anomaliæ Tabulari proxime minori, aut ab ea ſubtrahenda.

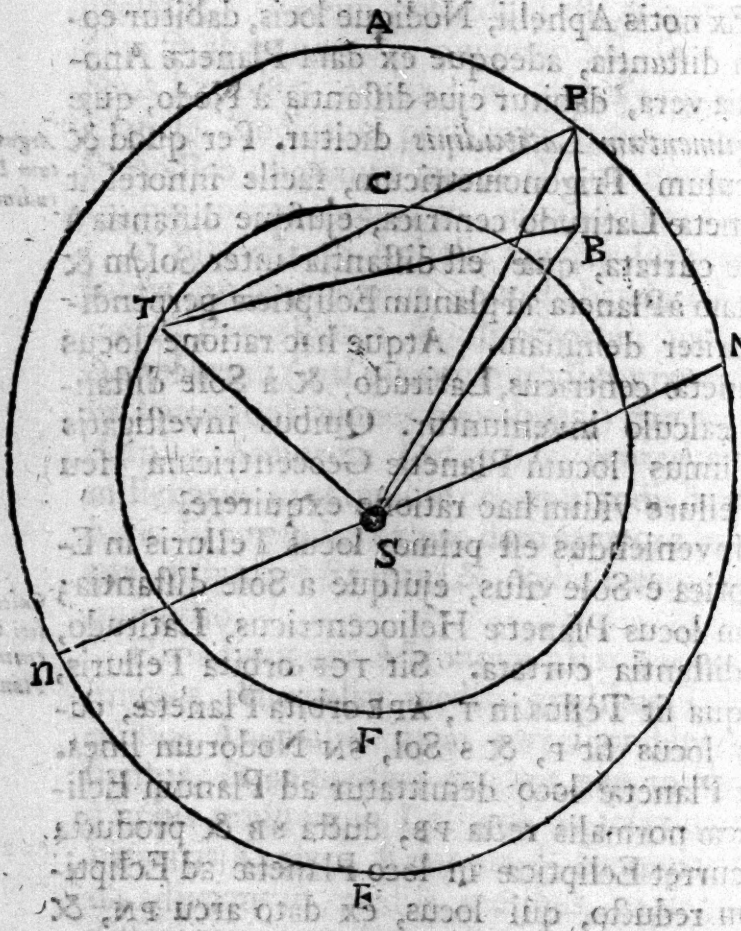
Pro Solis Lunæque motibus vulgo computantur

tur Prosthaphereses seu Æquationes, quæ sunt differentiæ inter Anomaliam veram & mediam. Hæ ab Anomalia media vel sublatæ, vel eidem additæ, prout Planeta fuerit in primo vel secundo Anomaliæ semicirculo, dant Anomaliam veram.

Ex notis Aphelii, Nodique locis, dabitur eorum distantia, adeoque ex data Planetæ Anomalia vera, dabitur ejus distantia à Nodo, quæ *Argumentum Latitudinis* dicitur. Per quod & calculum Trigonometricum, facile innotescit Planetæ Latitudo centrica, ejusque distantia à Sole curtata, quæ est distantia inter Solem & rectam à Planeta ad planum Ecliptiæ perpendiculariter demissam. Atque hac ratione locus Planetæ centricus, Latitudo, & à Sole distantia calculo inveniuntur. Quibus investigatis possumus locum Planetæ Geocentricum seu è Tellure visum hac ratione exquirere. *Argumentum Latitudinis.*

Inveniendus est primo, locus Telluris in Ecliptica è Sole visus, ejusque á Sole distantia; Item locus Planetæ Heliocentricus, Latitudo, & distantia curtata. Sit TCF orbita Telluris, in qua sit Tellus in T, APE orbita Planetæ, cujus locus sit P, & S Sol, SN Nodorum linea. Ex Planetæ loco demittatur ad Planum Ecliptiæ normalis recta PB, ducta SB & producta occurret Ecliptiæ in loco Planetæ ad Ecliptica reducto, qui locus, ex dato arcu PN, & inclinatione Planorum orbitæ & Ecliptiæ datur. Sed datur locus Telluris è Sole visus, adeoque dabitur differentia locorum Terræ & Planetæ, seu angulus TSB qui Commutatio dicitur. *Calculus loci Geocentrici Planetæ.*

citur. Deinde in triangulo TSB, datur TS ex Theoria motus Telluris, & SB distantia Planetæ à Sole curtata, quare dabitur angulus STB Elongatio Planetæ à Sole, seu arcus Eclipticæ inter locum Solis & Planetæ locum interceptus,



& TB distantia Planetæ à Tellure curtata. At datur Solis locus, oppositus est enim loco Terræ è Sole viso; quare dabitur locus Planetæ in Ecliptica è Tellure visus. Præterea in duobus triangulis rectangulis PSB, PTB, est Tangens

Tangens anguli PSB ad Tangentem anguli PTB, ut TB ad SB, ſed ut TB ad SB, ita ſinus TSB anguli Commutationis ad ſinum anguli Elongationis STB. Quare erit ut ſinus anguli commutationis ad ſinum anguli Elongationis, ita Tangens Latitudinis Heliocentricæ, ad Tangentum Latitudinis Geocentricæ. Q. E. I Sic hac ratione invenire poſſunt Aſtronomi ad quodlibet datum Temporis momentum Locum Planetæ Geocentricum, ejuſque Latitudinem è Tellure viſam.

Comparando Planetarum Periodos cum ipſorum à Sole diſtantiis mirabilem videmus eos ubique obſervare Harmoniæ legem, ſcil.

Quadrata Temporum Periodicorum ſunt in omnibus, proportionalia Cubis diſtantiarum mediarum à Sole.

Sunt enim Periodi & diſtantiæ mediæ illæ quas exhibet annexa Tabula.

	Periodi				Diſtantiæ mediæ.
	Dies	h.	′	″	
♄	10759 :	6 :	36 :	26	953800
♃	4332 :	12 :	20 :	25	520110
♂	686 :	23 :	27 :	30	152369
☉	365 :	6 :	9 :	30	100000
♀	224 :	16 :	49 :	24	72333.
☿	87 :	23 :	15 :	53	38710

Planetarum Diametros veras, & magnitudines, eos cum Sole comparando, optime determinavit illuſtris Mathematicus *Hugenius*, in Syſtemate ſuo Saturnino; idque methodo ſequenti.

Docuit nos novo ſuo & Divinitus invento Syſtemate

Syſtemate Copernicus, quamnam inter ſe proportionem ſervant, ſingulorum à Sole Planetarum diſtantiæ. Apparentes vero eorundem diametri, quanto aliæ aliis majores ſunt, Teleſcopii ope innoteſcit, collatis ergo invicem rationibus utriſque, tum diſtantiæ, tum magnitudinis apparentis, vera inde Planetarum ad ſe mutuo nec non ad Solem magnitudo cognoſcitur, per principia in Lectione prima à nobis explicata.

Et ad Saturnum quod attinet primum, Annuli ejus diameter, quum in minima à nobis diſtantia, comprehendatur angulo 68 ſcrupulorum ſecundorum, talis enim ad ſummum reperitur, cumque minima hæc Saturni diſtantia ſit ad mediocrem Solis diſtantiam fere octupla, ſequitur, ſi tam propinquus nobis fieret Saturnus quam Sol in diſtantia mediocri, apparituram tunc Annuli diametrum octuplam ejus quæ nunc apparet, hoc eſt 9′ : 4″. Solis autem diameter in media diſtantia eſt 30′ : 30″; ergo revera, ea erit proportio diametri Annuli Saturni ad diametrum Solis quæ 9′ : 40″, ad 30′ : 30″; hoc eſt, fere quæ 11 ad 37. Diameter vero Saturni ipſius, ad Annuli diametrum ſe habet ut 4 ad 9; hoc eſt, fere ut 5 ad 11, adeoque ad diametrum Solis ut 5 ad 37.

Jovis diameter cum proxime nobis adeſt, 64 ſcrupula ſecunda comprehendere videtur, cumque hæc ejus diſtantia ſit ad mediam Solis diſtantiam ut 26 ad 5. Si fiat ut 5 ad 26, ita 64″ ad aliud, invenientur 5′ : 35″ amplitudo anguli quem obtineret Jovis diameter, ſi tam propinquus nobis fieri intelligatur, atque Sol

in

in diſtantia mediocri. Sol autem hic apparet diametro 30′: 30″. Ergo Jovialis diametri ad Solarem proportio erit, quæ 5′: 35″, ad 30′ 30′ hoc eſt, paulo major quam 1 ad 5 ½.

Venus cum Terris proxima eſt, non majorem ſubtendit angulum quam 85 ſcrupulorum ſecundorum. Eſt autem diſtantia hæc Veneris Perigea, ad mediam Solis à Tellure diſtantiam circiter ut 21 ad 82. Ergo ſi apud Solem Venus conſiſteret, appareret ejus diameter duntaxat 21″: 46‴; unde conſtat ita eſſe diametrum Veneris ad Solarem ut 21″: 46‴ ad 30′ ½, hoc eſt, ut 1 ad 84.

At Martis diamenter Terris proximi non excedere 30″ deprehenditur. Unde cum diſtantia Martis minima ſit ad mediocrem Solis, ut 15 ad 41, colligitur ratio diametri Martis ad diametrum Solis, ea quæ eſt circiter 1 ad 166, unde Mars duplo minor Venere ſecundum diametrum, hac ratione efficitur.

Præterea ex obſervationibus Hevelii conſtat, Mercurii diametrum ad Solis diametrum comparatam, ſe habere ut 1 ad 290.

Terræ magnitudinem ad Solem comparatam diverſi auctores diverſam ponunt; qui parallaxim Solis Horizontalem decem ſecundorum fingunt, Solem à Terra 13750 ſemidiametris diſtare volunt, quo poſito diameter Solis erit ad diametrum Terræ ut 30′: 30″ ad 30″; hoc eſt, ut 61 ad 1. Sed eſt argumentum probabile, quod hanc proportionem paulo majorem facit; nempe quoniam Lunæ diameter paulo major eſt quam quarta pars diametri Terræ: ſi parallaxis Solis ponatur quindecim

ſecundo-

ſecundorum, fieret Lunæ corpus corpore Mercurii majus; Planeta ſcil. ſecundarius primario major, quod concininati Syſtematis Mundani contrariari videtur. Ponatur itaque Terræ ſemidiameter è Sole viſa, ſeu quod idem eſt, Solis parallaxim Horizontalem 10 ſecundorum; Unde Luna minor erit Mercurio, ac provenit Solis à Terra diſtantia plus quam 20000 ſemidiametris Terræ; & Solis diameter erit 91 ½ vicibus major Telluris diametro; cui proportioni convenit in præſentiarum, aſſenſum præbere, uſquedum per obſervationem Veneris in Solis diſco viſæ, quod Anno 1761. continget, de eadem certiores ſimus facti. Eſt itaque diameter Solis ad Planetarum diametros, in ratione quæ ſequenti Tabella exprimitur.

Diameter Solis eſt ad diametrum,	Saturni	ut 1000 ad	137
	Jovis		181
	Martis		6
	Terræ		9
	Veneris		12
	Mercurii		4

Adeoque cum Sphæræ ſint ut Cubi à diametris

Sol ad erit	Saturnum	ut 1000000000 ad	2571353
	Jovem		5929741
	Martem		216
	Tellurem		343
	Venerem		1728
	Mercurium		64

Hinc

Hinc ſequitur, Solem omnes Planetas ſimul ſumptos, pluſquam centies & ſedecies magnitudine ſuperare; Saturnus autem quadringentis vicibus eſt Sole minor. At quantitate materiæ bis mille & quadringenis vicibus ei cedit. Jupiter Planetarum maximus plus 160 vicibus Sole minor eſt, at quantitate materiæ, ejus partem milleſimam trigeſimam tertiam non adæquat; at Terra noſtra ſi cum Sole comparetur, minima res eſt, & puncti fere inſtar; nam trecentis millenis vicibus eſt illo minor. Præterea comparando Planetas inter ſe; ex his rationibus conſtat, Jovem reliquis Planetis omnibus ſimul ſumptis majorem exiſtere, Terram autem noſtram pluſquam 2000 vicibus ſuperare, ſed & Stella Veneris quinquies noſtra Tellure major eſt. Sunt tamen duo ex ſex Planetis, Mars ſcil. & Mercurius, quos Tellus magnitudine ſuperat.

Jupiter reliquos omnes Planetas ſimul ſumptos magnitudine ſuperat.

LECTIO

LECTIO XXVII.

De Planetarum Stationibus.

SI Tellus quieſceret, in eo orbitæ ſuæ puncto nobis ſtare appareret Planeta inferior ſeu Soli propior, ubi rectâ è Tellure ad Planetam ducta, ejus orbitam tangit. Nam cum Planeta circa illud punctum verſatur, ſi Terra quieſceret, rectâ ad illam accederet, ejuſque motus viſibilis eſſet nullus, vel certè omnium minimus. Similiter ſi Planeta ſuperior, vel à Sole remotior quivis quieſceret, is e Tellure in orbitâ ſuâ delata ſpectatus ſtare videretur, ubi rectâ è Planetâ ad Terram ducta Telluris orbitam tangit; at quia tam Terra quam Planetæ continuò circa Solem moventur, quando Planeta inferior in recta tangente ejus orbitam videtur tunc etiam motus Terræ interea factus locum ejus viſibilem mutabit, adeoque nondum ſtare videbitur Planeta; ſicuti ob ſimilem cauſam, quando Terra in Tangente orbitæ ſuæ per Planetam ſuperiorem tranſeunte reperitur, ſeu dum percurrit arcum exiguum qui cum tangente illa ferè coincidit, Motus tamen ſuperioris Planetæ interea factus, ejus locum viſum mutabit. Adeoque neque Planeta inferior videtur ſtationarius, quando conſpicitur in recta quæ tangit ejus orbitam. Neque ſuperior ſtare videtur, cum eſt in recta quæ tangit orbitam Terræ, & per Terram quoq; tranſit.

Planeta inferior non ſtationarius quando videtur in rectâ, quæ ejus orbitam tangit.

Neque ſuperior Planeta ſtare apparet, cum in recta videtur quæ tangit orbitam Terræ.

At

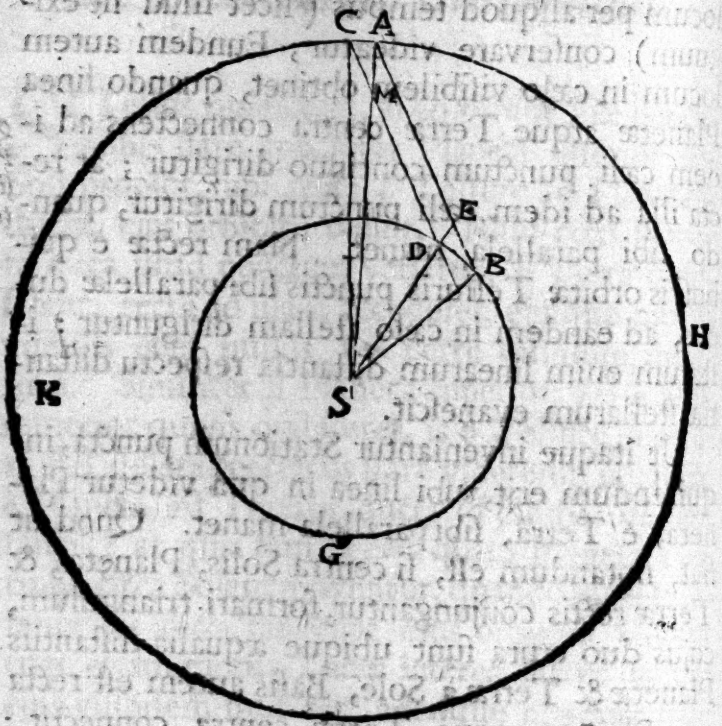
At cum Planetæ omnes nunc directè incedere, nunc retrogredi videntur; Neceſſe eſt ut inter motum progreſſus & regreſſus, quilibet Planeta fiat Stationarius, & eundem in cælo locum per aliquod tempus (licet illud ſit exiguum) conſervare videatur; Eundem autem locum in cælo viſibilem obtinet, quando linea Planetæ atque Terræ centra connectens ad idem cæli punctum continuo dirigitur; at recta illa ad idem cæli punctum dirigitur, quando ſibi parallela manet. Nam rectæ è quibuſvis orbitæ Telluris punctis ſibi parallelæ ductæ, ad eandem in cælo ſtellam diriguntur: iſtarum enim linearum diſtantia reſpectu diſtantiæ ſtellarum evaneſcit.

Quando Planeta ſtare videtur.

Ut itaque inveniantur Stationum puncta, inquirendum erit, ubi linea in quâ videtur Planeta, è Terrâ, ſibi parallela manet. Quod ut fiat, notandum eſt, ſi centra Solis, Planetæ, & Terræ rectis conjungantur, formari triangulum, cujus duo crura ſunt ubique æqualia diſtantiis Planetæ & Terræ à Sole, Baſis autem eſt recta quæ Planetæ atque Terræ centra connectit: cumque crura hujus Trianguli in orbitis circularibus concentricis eâdem ſemper magnitudine maneant, erit ratio ſinuum angulorum ad baſim ſemper eadem; ſunt enim ſinus ut laterà angulis oppoſita. Uti ex Trigonometria conſtat.

Sit circulus B D G orbita Planetæ, cujus centrum S tenet Sol; atque huic concentricus A H K ſit Terræ orbita. Sitque primo Tellus in A & Planeta in orbitæ ſuæ puncto B. In Triangulo A S B, ſinus angulorum A & B ad baſim A B ſunt

sunt ut latera opposita S B S A. Ponamus deinde, tempore quovis exiguo, moveri Terram in orbitâ, per arcum exiguum A C, & Planetam interea per arcum B D in sua orbita deferri: Pla-



netæ & Telluris motus angulares ad Solem eodem tempore facti erunt reciprocè, ut Tempora eorum Periodica; nam quò majus est tempus Periodicum eò minor Peripheriæ portio in dato tempore percurritur. Est itaque angulus A S C motus angularis Telluris ad angulum B S D motum angularem Planetæ, ut Tempus periodicum Planetæ, ad tempus Periodicum Telluris, hoc est in data semper ratione.

Telluris

Telluris centrum in C atque Planetæ in D rectâ conjungantur, quæ ſit ad AB parallela; & in eo caſu, uti oſtenſum eſt, Planeta ſtationarius apparet. Recta SA ſecet CD in M, SD verò producta ſecet AB in E. Et ob parallelas AB & CD, erit per 29. *El. primi* angulus SMD æqualis angulo A. Sed per 32. *El. primi*, eſt angulus SMD æqualis angulis C & MSC ſimul; quare erit angulus C æqualis angulo A dempto angulo MSC ſeu CSA. Similiter ob parallelas AB CD, eſt angulus SDC, æqualis angulo SEA qui per 32 *El. primi* æqualis erit angulis SBA BSE, quare angulus SDC æqualis erit SBA & BSE ſimul ſumptis; eſt itaque incrementum momentaneum anguli SBA, æquale motui angulari Planetæ ad Solem interea facto. Sed prius oſtenſum fuit, decrementum anguli A, æquale eſſe angulo ASC, ſeu motui angulari Terræ ad Solem. At hi motus angulares ſunt in datâ ratione, reciprocè ſcil. ut Tempora Periodica.

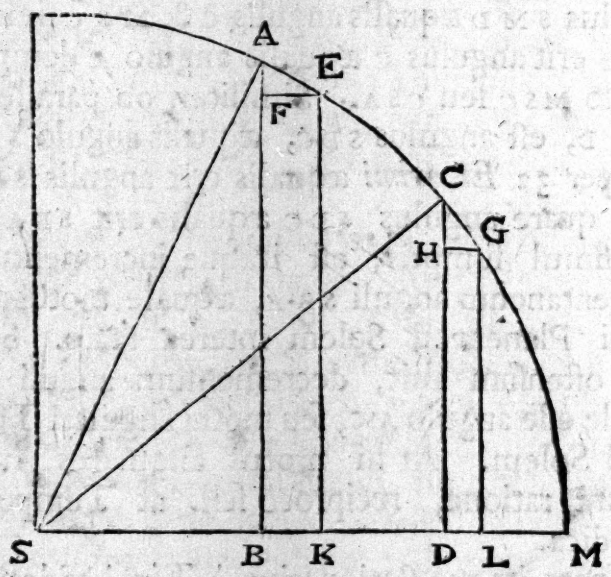
Tempore ſtationum mutationes angulorum, ad Tellurem & Planetam ſunt reciproce ut eorum Tempora Periodica.

Planeta itaque ſtationarius è Terrâ videtur, cum mutatio momentanea anguli ad Tellurem, eſt ad mutationem momentaneam anguli ad Planetam, ut Tempus Periodicum Planetæ ad Tempus periodicum Telluris.

Angulorum quorum ſinuum ratio eadem manet, coſinus ſunt in ratione directâ ſinuum & reciprocâ mutationum momentanearum eorumdem angulorum

Sint duo arcus vel anguli, quorum ſinus in eâdem ſemper maneant ratione. Dico eorum coſinus ſeu ſinus complementorum ad quadrantem eſſe in ratione compoſitâ ex directâ ratione ſinuum eorundem arcuum, & reciprocâ ratione mutationum momentanearum arcuum vel angulorum, ſint v. gr. duo Arcus AM CM, quorum ſinus AB CD; & coſinus ſunt SB SD,

SD, & decreſcant arcus AM CM in arcus EM GM tales ut arcuum ſinus EK GL ſint prioribus AB CD proportionales. Eruntque decrementa ſinuum AF CH iiſdem quoque ſinubus proportionalia. Sunt AE CG arcuum decrementa momentanea, & arcus illi cum ſint indefi-



nitè exigui pro rectis haberi poſſunt; Ductis FE HG ad SM parallelis. Triangula AFE ASB erunt æquiangula; nam angulus B & AFE ſunt recti, & angulus EAF æqualis angulo ASB, nam eſt angulus SAB utriuſque complementum ad rectum. Similiter oſtendetur, Triangula CHG CSD eſſe æquiangula. Quare obſimilia Triangula.

Eſt CG: CH:: CS: SD

Item AF: AE:: SB: AS vel CS

Quare ductis Antecedentibus in Antecedentes, & Conſequentibus in Conſequentes, erit

AF

AF X CG : CH X AE : : SB X CS : SD X CS : : SB : SD. Hoc eſt erit SB ad SD in ratione compoſitâ ex ratione AF ad CH, & ratione CG ad AE, ſed ratio AF ad CH eadem eſt cum ratione ſinuum AB CD. Et Ratio CG ad AE, eſt ratio decrementorum arcuum AM CM in tempore minimo factorum. Eſt itaque SB coſinus Arcûs AM, ad SD coſinum arcûs CM, in ratione compoſitâ ex ratione ſinuum eorundem arcuum ſcil. AB CD & ex reciprocâ ratione decrementorum arcuum, ſcil. ex ratione CG ad AE.

Hoc ad Planetas in ſtationum locis applicatur.

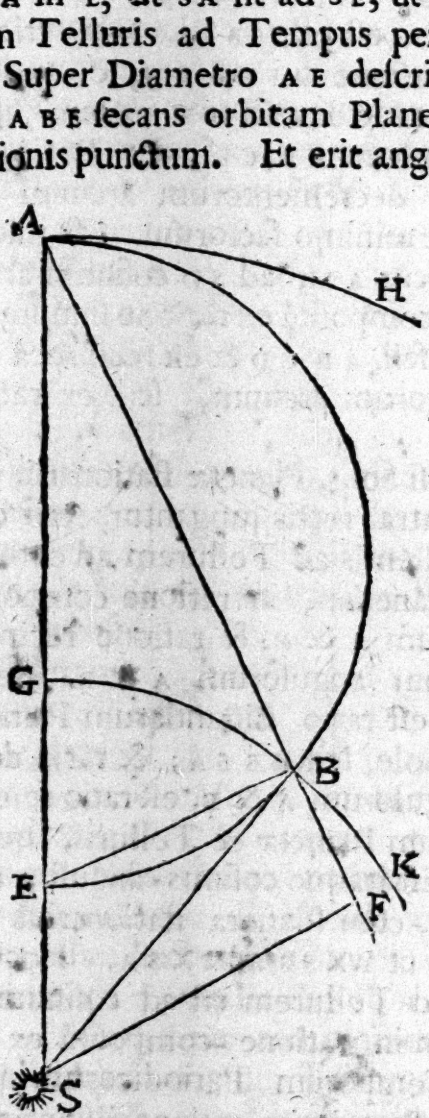
Hinc ſi Solis, Planetæ ſtationarii, atque Telluris centra rectis jungantur, erit coſinus anguli exiſtentis ad Tellurem ad coſinum anguli B ad Planetam, in ratione compoſitâ ſinuum angulorum A & B, & ratione reciprocâ decrementorum angulorum A & B. Sed Ratio ſinuum, eſt ratio diſtantiarum Planetæ & Telluris à Sole, ſcil. SB SA; & ratio decrementorum angulorum A & B, eſt ratio temporum Periodicorum Planetæ & Telluris, quæ dicantur t & T. Eſt itaque coſinus anguli A ad coſinum anguli B, cum Planeta ſtationarius è Tellure videtur, ut T X SB ad t X SA. Hoc eſt coſinus anguli ad Tellurem eſt ad coſinum anguli ad Planetam in ratione compoſitâ ex directâ ratione Temporum Periodicorum Telluris & Planetæ, & reciprocâ ratione diſtantiarum à Sole.

Conſtructio ad determinationem ſtationum.

Hinc ſtationum Puncta ſequentis conſtructionis ope facillimè habentur.

Sit AH Portio orbitæ Telluris, GBK portio orbitæ Planetæ, quarum centrum commune S.

Secetur S A in E, ut S A ſit ad S E, ut Tempus Periodicum Telluris ad Tempus periodicum Planetæ. Super Diametro A E deſcribatur ſemicirculus A B E ſecans orbitam Planetæ in B. Erit B ſtationis punctum. Et erit angulus S A B



Elongatio Planetæ à Sole, quando is ſtationarius è Terrâ videtur. Ducantur A B F E B, & huic parallela S F; Angulus A B E in ſemicirculo eſt rectus, quare huic æqualis A F S erit etiam rectus.

Eſt

Eſt præterea AS: AF:: Radius: coſinum ang: A. Item. BF: SB :: coſinus anguli SBF ad Radium; unde ductis Antecedentibus in Antecedentes; & Conſequentibus in conſequentes, erit AS X BF: AF X SB :: coſinûs SBF: coſinum anguli A. Ratio itaque coſinus anguli A, ad coſinum anguli SBF componitur ex ratione AF ad BF, & SB ad AS, ſed ratio AF ad BF æqualis eſt rationi AS ad SE ſeu rationi T ad t. Eſt itaque Ratio coſinûs anguli A ad coſinum anguli SBF æqualis rationi T X SB ad t X SA. Sed oſtenſum fuit, quando coſinus angulorum A & B hanc rationem obtinent, Planetam ſtationarium videri: quare liquet Punctum B eſſe locum Planetæ, cum is ſtationarius apparet.

Hinc patet, quando Planeta inferior ſtationarius è Tellure videtur, Tellurem quoque ex inferiore Planeta ſpectatam etiam ſtationariam videri, locumque inter fixas non mutare; nam Tellus ſtationaria videtur, cum linea ejus centrum & Planetæ centrum connectens parallela ſibi manet, & quam diu illa parallela ſibi manet, ad idem cœli punctum dirigetur. *Quando Planeta è Tellure ſtationarius videtur Tellus è Planetâ conſpecta ſtationaria apparet.*

Eâdem prorſus ratione inveniuntur poſitiones Planetarum ſuperiorum, reſpectu Terræ & Solis, quando illi è Tellure conſpecti ſtationarii videntur, Scil. inquirendo, ubi Tellus tanquam Planeta inferior ſpectata ex ipſis ſtationaria videretur.

Si Tempora Periodica forent diſtantiis à Sole proportionalia, coincidèrent puncta E & A cum puncto G, & Planeta ſtationarius videretur, cum angulus A eſſet nullus; hoc eſt quando Planeta in conjunctione cum Sole videtur, ſi verò SE *Caſus ubi ſtationaria in oppoſitione vel conjunctione cum Sole fierent.*

S E ad S A majorem rationem obtineret, quàm S G ad S A, hoc eſt ſi S E major foret quàm S G, circulus A B E Planetæ orbitam nuſquam ſecaret, adeoque Planeta nunquam fieret ſtationarius, ſeu ſemper directus videretur incedere.

Caſus ubi nullæ forent ſtationes.

At neuter horum caſuum in Planetis locum obtinet: in illis enim eſt ſemper S E minor quam S G, quod ſic oſtendo.

Quod nunquam accidit in Planetis.

Diſtantia Telluris à Sole S A dicatur p. Diſtantia Planetæ S G vel S B ſit q. Tempora periodica vocentur T t, & in Planetis per univerſalem regulam, ſuperius in Lectione quartâ explicatam. Eſt $T^2 : t^2 :: p^3 : q^3$ unde $T : t :: \sqrt{p^3} : \sqrt{q^3}$, ſeu ut $p^{\frac{3}{2}} : q^{\frac{3}{2}} :: p \times p^{\frac{1}{2}} : q \times q^{\frac{1}{2}}$. Sed ut T ad t ita eſt S A ad S E; hoc eſt $p \times p^{\frac{1}{2}} : q \times q^{\frac{1}{2}} ::$ S A vel $p : \frac{q \times q^{\frac{1}{2}}}{p^{\frac{1}{2}}}$ cui itaque æqualis eſt S E. Et quoniam eſt p major quam q, erit $q \times p^{\frac{1}{2}}$ major quam $q \times q^{\frac{1}{2}}$, ac proinde q major quam $\frac{q \times q^{\frac{1}{2}}}{p^{\frac{1}{2}}}$ ſeu S B vel S G major quam S E, adeoque circulus ſuper diametro A E Planetæ orbitam ſecabit. Terricola igitur Planetas omnes, in datis quibuſdam poſitionibus, ſtationarios videbit.

Inveſtigatio ſtationum per calculum.

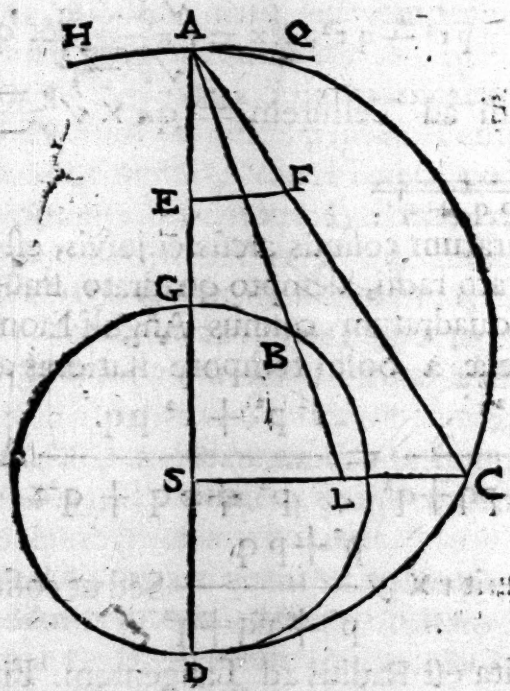
Si calculo uti placeat, angulus ad Tellurem, ſeu Elongatio Planetæ à Sole, quando is ſtationarius apparet, ſic inveſtigatur. Poſito radio r, ſit ſinus anguli ad Tellurem q x, eritque ſinus anguli ad Planetam p x. ponendo p ad q eſſe rationem ſinuum ſeu diſtantiarum a Sole, cumque ſinus anguli ad Tellurem ſit q x, ejus coſinus erit $\sqrt{r^2 - q^2 x^2}$ & coſinus anguli ad Planetam erit $\sqrt{r^2 - q^2 x^2}$ ac proinde erit $\frac{\sqrt{r^2 - q^2 x^2}}{\sqrt{r}}$

$\sqrt{r^2-p^2x^2}$ :: $T \times q$: $t \times p$. Et quadrando terminos, $r^2-q^2x^2 : r^2-p^2x^2 :: T^2 \times q^2 : t^2 \times p^2$. Sed est $T^2 : t^2 :: p^3 : q^3$ quare loco T^2 t^2 ponendo quantitates hiſce proportionales, erit $r^2-q^2x^2 : r^2-p^2x^2 :: p^3 q^2$: ad $q^3 p^2$ hoc eſt ut p ad q, unde erit $q r^2 - q^3 x^2 = p r^2 - p^3 x^2$: & $p^3 x^2 - q^3 x^2 = p r^2 - q r^2$, & $x = r \times \frac{\sqrt{p-q}}{\sqrt{p^3-q^3}}$ & q x ſinus anguli ad Tellurem $= q r \times \sqrt{\frac{p-q}{p^3-q^3}} = \frac{q r}{\sqrt{p^2+pq+q^2}}$.

Quadratum coſinûs arcûs cujuſvis, eſt æquale quadrato radii, dempto quadrato ſinûs. Erit itaque quadratum coſinus Anguli Elongationis Planetæ à Sole tempore ſtationis æquale $\frac{r^2-r^2q^2}{p^2+pq+q^2} = \frac{r^2p^2+r^2pq.}{p^2+pq+q^2}$ Adeoq; coſinus erit $r \times \sqrt{\frac{p^2+pq.}{p^2+pq+q^2}}$ Sed ut coſinus ad ſinum, ita eſt Radius ad Tangentem. Fiat itaque $r \times \sqrt{\frac{pp+pq}{pp+pq+qq}}$ ad $\frac{qr}{\sqrt{p^2+pq+qq}}$ hoc eſt $\sqrt{pp+pq}$ ad q, ita radius r ad quartum $\frac{rq}{\sqrt{pp+pq}}$ hic terminus erit tangens anguli ad Tellurem. Ex hac Analogiâ calculus facillimè deducitur. Nam ſi ſemiſumma Logarithmorum p & p+q ſubtrahatur à Logarithmo ipſius q, habebitur Logarithmus Tangentis Anguli ad Tellurem. Ex eâdem etiam elicitur facilis conſtructio quæ ſequitur.

Alia Problematis facilior Constructio.

Sit HAQ portio orbitæ Planetæ superioris, GBD orbita Planetæ inferioris, s centrum orbitarum; producatur AS, ut occurrat orbitæ inferiori in D; super diametro AD, describatur semicirculus ACD. Ex centro S ad AD erigatur



normalis SC, semicirculo occurrens in C & jungatur AC, in quâ capiatur AF æqualis SD, & ex F in AS demittatur perpendicularis FE: in SC capiatur SL æqualis AE, junctis AL, erit angulus SAL angulus quæsitus, & B punctum stationis; nam est quadratum ex SC æquale rectangulo AS in SD, æquale pq, unde quadratum ex AC æquale quadratis ex ASSC erit æquale p^2+pq, sed est AC ad AF, ut AS ad AE ut AS ad SL, ut Radius ad Tangentem anguli SAL hoc est $\sqrt{p^2}$

$\sqrt{p^2+pq}$ ad q ut Radius ad Tangentem anguli Quæsiti SAL, qui erat inveniendus.

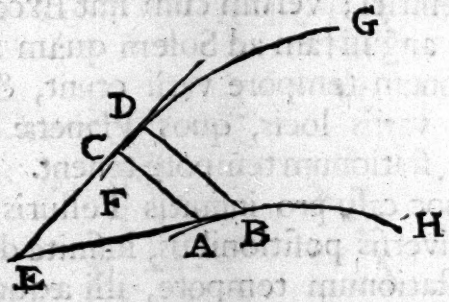
Hæc sufficerent ad determinandum stationum Puncta, si orbitæ Planetarum essent circuli concentrici; verum cum sint Excentricæ, & Ellipses, anguli tam ad Solem quàm ad Planetas stationum tempore varii erunt, & mutabiles, pro variis locis, quos Planetæ in orbitis propriis, stationum tempore tenent. Cum itaque in hoc casu pro infinitis Telluris & Planetarum diversis positionibus, infinitè diversi sunt anguli, stationum tempore, illi æquatione Algebraicâ definiri nequeunt; neque potest Problema universaliter construi, per curvas Algebraicas, quamvis aliqui hoc opus susceperunt. At si detur positio Planetæ in propriâ orbitâ, inveniri potest Positio Telluris in suâ, quando Planeta in illo puncto existens è Tellure stationarius videtur: hoc enim est Problema determinatum, & duas continet responsiones, pro duabus radicibus æquationis, Problematis naturam includentis. Illius autem Problematis solutionem mihi pro summâ suâ amicitiâ impertivit Astronomorum Princeps *Dominus Halleius*, ad quam intelligendam præmittimus Lemma, quod sequitur.

Superior calculus & constructio orbitis excentricis & Ellipticis non convenit.

Qualescunque sint Planetarum vel Telluris orbitæ, si ex eorum locis Tempore stationum ducantur rectæ, quæ orbitas tangant, & producantur Tangentes, donec concurrant, erunt portiones Tangentium, à mutuo concursu interceptæ, Telluris & Planetarum velocitatibus proportionales.

Sint FG AH portiones duæ orbitarum quas Tellus

Tellus & Planeta deſcribunt, A CD ſpatia exigua eodem tempore ab iiſdem percurſa, tempore ſtationum. Ducantur CE AE orbitas tangentes in A & C, quæ concurrant in E, & quia Planeta



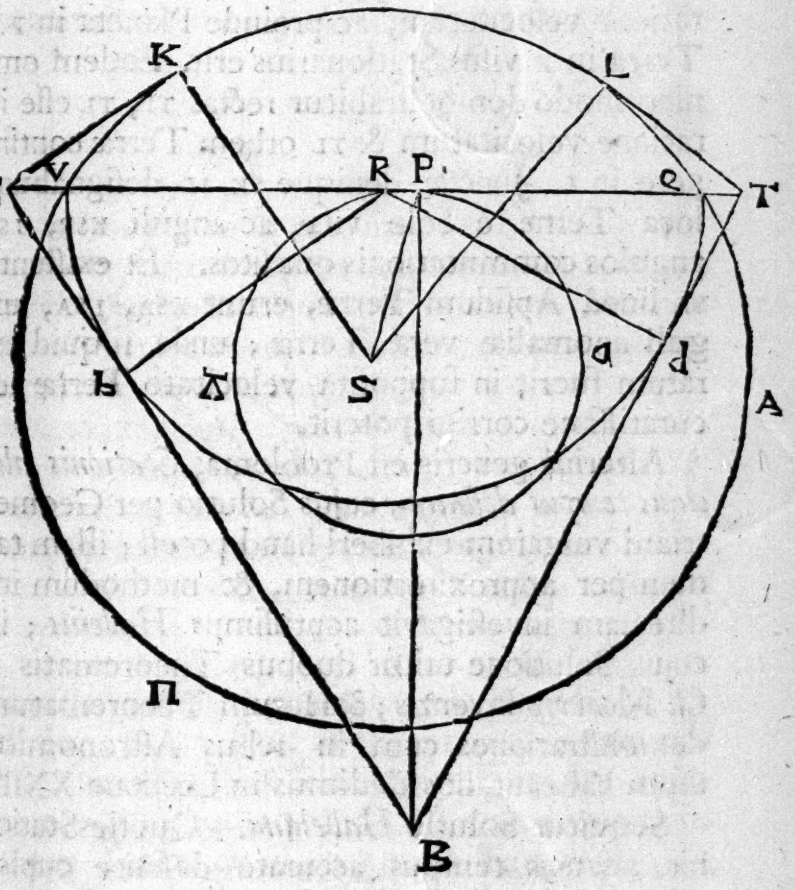
eſt Stationarius; erit BD ad AC parallela & proinde per 2*dam El.* 6ti. CD ad AB ut CE ad AE. Sed CD AB cum ſint ſpatia, ſimul deſcripta ſunt, ut Planetarum Velocitates, quare tangentes CE AE ſunt, ut Planetarum velocitates. Hoc Theorema eſt *Joannis Bernoulli, in Actis Berolinenſibus* Editum, & ex paralleliſmo linearum AC BD immediatè ſequitur; is tamen exinde nullam protulit Problematis Solutionem. Sequitur Solutio Halleiana.

PROBLEMA.

Invenire Locum Terræ è quo Planeta in dato Orbis ſui puncto viſus, ſtationarius apparet.

Sit S Sol, IIKLA orbis Terræ, quam circularem pro hac vice ſupponamus, π P α Orbita planetæ, P locus Planetæ datus. Ducatur recta V P Q contingens orbem Planetæ in P, occurrens vero Orbi Terræ in V & Q, ac biſecetur V Q in R: in eandem autem erigatur normalis P B, quæ ſit ad V R vel R Q ut velocitas Planetæ

Planetæ ad velocitatem Terræ: ac centro R diametro V Q describatur semicircul̃us V b d Q, quem contingant rectæ, utrinque de B ductæ & productæ, ut B b Σ, B d T; & ad quas è centro R demittantur normales R b, R d; ac fiant Σ K ipsi Σ b, & T L ipsi T d æquales. Dico



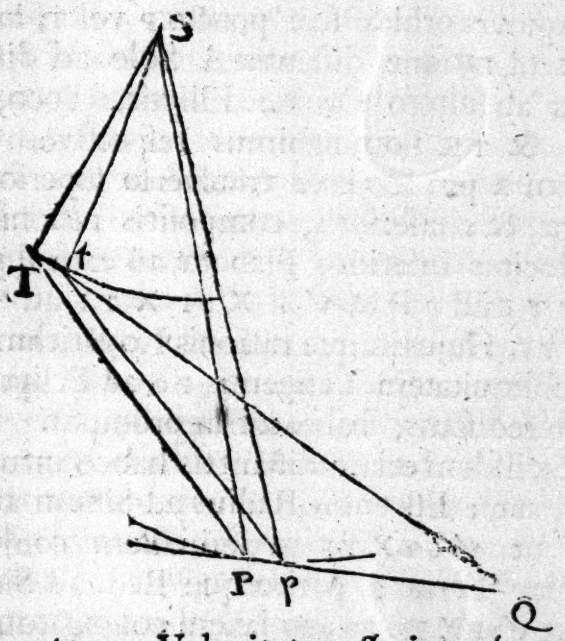
K, L puncta esse in orbe Terræ quæsita. Ob similia enim triangula R b Σ, B P Σ, Σ P est ad P B ut Σ b sive Σ K ad R b sive R V, ac permutando Σ P est ad Σ K ut P B ad R V, quas fecimus

mus, ut velocitas Planetæ ad velocitatem Terræ, Verum ≳b contingit ſemicirculum in puncto b, ac proinde quadratum ex ≳b æquale eſt rectangulo v ≳Q. *per* 36. 3. *El.* cumque ≳K facta eſt ipſi ≳b æqualis, ≳K continget orbem Terræ in puncto K, *per* 37. 3. *El.* Tangentes itaque utriuſque orbis ≳P, ≳K ſunt in ratione velocitatum, ac proinde Planeta in P è Terrâ in K viſus, Stationarius erit. Eodem omnino modo demonſtrabitur rectas TP, TL eſſe in ratione velocitatum & TL orbem Terræ contingere in L. Junctæ denique SK SL deſignabunt loca Terræ è Sole viſæ, ac anguli KSP, LSP angulos commutationis quæſitos. Et exiſtente SA lineâ Apſidum Terræ, erunt KSA, LSA, anguli anomaliæ veræ Terræ; unde ſi quid erratum fuerit in ſuppoſitâ velocitate Terræ accuratiſſimè corrigi poterit.

Alterius generis eſt Problema, *Stationis alicujus tempus definire*; cujus Solutio per Geometriam vulgarem exhiberi haud poteſt; illam tamen per approximationem, & methodum indirectam inveſtigavit acutiſſimus *Halleius*; in cujus Solutione utitur duobus Theorematis à *Cl. Moivreo* inventis; & Horum Theorematum demonſtrationes cum in rebus Aſtronomicis uſum habeant, nos dedimus in Lectione XXIII.

Sequitur Solutio *Halleiana*. QuotiesStationis alicujus tempus accuratè definire cupis; Obtentâ prius, Conſtructione dictâ, vel calculo rudiori, vel etiam ex Ephemeridibus, Stationis quæſitæ die, juxta Tabulas Aſtronomicas perfectiores, ad Meridiem iſtius diei capiatur Locus Solis, uti & Planetæ, tam Heliocentricus

tricus quàm Geocentricus, unà cum diſtantiarum utriuſque à Sole Logarithmis; & ut reducantur motus ad idem planum, curtetur illa Planetæ. Datur itaque Triangulum, STP, ex principiis Aſtronomicis, ubi S Solem, T Terram & P Planetam deſignant. Ducantur Tangentes Orbis Terræ TQ, orbis verò Planetæ PQ, concurrentes in Q. Jam, ſi forte contingeret re-



ales Planetarum Velocitates eſſe inter ſe, ut PQ ad TQ, ſive ut ſinus anguli PTQ ad Sinum anguli TPQ, conſtabit Planetas eſſe in ſitu Stationi congruo; quia hoc in caſu, motus momentaneus Terræ, de *T* in *t* juxta Tangentem TQ latæ, eſt ad motum Planetæ de P in p juxta Tangentem PQ, ut TQ ad PQ: proinde (per 2. VI *Elem.*) rectæ TP, t p parallelæ fiunt, atque adeo Planetæ tali in ſitu invicem Stationarii apparerent.

Datis autem distantiis S T & S P consequitur ratio quam habent velocitates reales inter se, sive T t *P p*. Sunt enim velocitates reales mediæ diversorum Planetarum, sive eæ quibuscum ad distantias semiaxibus transversis Orbium æquales, circa Solem circulos describerent, in subduplicatâ ratione Axium reciprocè. Media autem velocitas Planetæ est ad Velocitatem ejusdem in quovis orbitæ suæ puncto P vel T, in subduplicatâ ratione distantiæ â Sole ad distantiam ejus ab altero Orbitæ Ellipticæ Foco, quam P F & T F nominabimus respectivè. Posito etiam R pro semiaxe transverso superioris planetæ, & r inferioris, compositis rationibus erit Velocitas inferioris Planetæ ad eam superioris, sive T t ad P P ut √ R × S P × T F ad √ r × S T × P F. Hujus itaque rationis Logarithmus, juxta obliquitatem Tangentis P Q ad Ecliptícæ planum reductus, habeatur in promptu.

Ex iisdem etiam distanttis habebuntur anguli S T Q, S P Q; Est enim Radius ad Sinum auguli S T Q ut √ S T × T F ad semiaxem conjugatum Orbitæ Terræ; pariterque Rad. ad Sinum S P Q ut √ S P × P F ad semiaxem conjugatum Orbitæ Planetæ. Vel, quod paulo paratius est, fiat ut distantia Planetæ in Aphelio ad distantiam Periheliam, ita Tangens semissis anguli quo distat à perihelio suo, ad Tangentem anguli; qui è dicto semisse sublatus, relinquet complementum anguli S P Q ad Quadrantem, vel excessum ejus supra quadrantem, prout contigerit vel acutum vel obtusum esse; ac reducatur ille angulus, si opus sit, ad Ecliptícæ planum. His itaque constitutis, ex angulo S T P subducatur

tur angulus STQ, & angulo SPQ adjiciatur angulus SPT, ut habeantur anguli QTP, QPT. Horum ſinus, ſi eandem habeant rationem quam habent velocitates reales in punctis T & P, bene ſe habet.

Sin minus, Logarithmorum utriuſque ſervetur differentia, ſive Error poſitionis primæ, ac ſi ratio Velocitatum minor fuerit ratione Sinuum dictorum, minuendus eſt angulus TSP, addendo vel ſubducendo motum medium utriuſque Planetæ uni diei competentem: & è contra, ſi major fuerit Velocitatum ratio. Calculoque priori omnino ſimili, quærantur denuo Logarithmi dictarum rationum, ad Meridiem præcedentis vel ſequentis diei, prout caſus poſtulat. Deinconfera tur differentia horum Logarithmorum, ſive Error Poſitionis ſecundæ, cum Errore ad alterum diem invento, & Errorum ſumma, ſi diverſi ſigni fuerint, vel differentia, ſi ſigni ejuſdem, erit ad 24 Horas, ut Errorum alter ad intervallum, quo tempus quæſitæ Stationis diſtat à Meridie cujus errorem adhibuimus: Hoc autem *Regulam Falſi* callentibus manifeſtum eſt.

Ad hunc modum Planetarum Stationes intra pauca minuta obtinebuntur: ad tollendum autem errorculum à Logarithmorum dictorum augmento non omnimodè æquabili oriturum, ſi cui libeat, poterit, ad tempus jam inventum & vero proximum, redintegrato calculo rem penitus verificare: Sed hac cautelâ non eſt opus niſi in Marte & Mercurio.

Ut autem res manifeſtior fiat, adjungam Exemplum calculi ſtationis Jovis nuperæ in menſe *Novemb.* 9°. 1717.

Exemplum Calculi Stationum.

	Novembris 9° in Merid.		*Novemb.* 10. Merid.
Anom. med. ♃.	9ˢ. 10°. 00′. 00″.	——	9. 10. 5. 00.
Mot. med. ☉.	7 0. 7 00.	——	7. 1. 6. 8.
♃ Locus Heliocentricus a 1ª * ♈	2. 25. 11. 00.	——	2. 25. 15. 53.
☉ a 1ª * ♈	6. 28. 53. 17.	——	6. 29. 54. 00.
Log. dist. ♃ à ☉	5. 720650	——	5. 720680.
Log. dist. ♁ à ☉	4. 994267	——	4. 924186.
♃ⁱⁿ Loc. Geoc.	3. 5. 4. 28.	——	3. 5. 4. 27.
Angulus STP.	113. 48. 49.	——	114. 49. 33.
Angulus SPT.	9. 53. 28.	——	9. 48. 34.
Angulus STQ.	89. 23. 54.	——	89. 23. 54.
Angulus SPQ.	92. 41. 20.	——	92. 41. 14.
Ang. PTQ.	24. 25. 42.	——	25. 25. 39.
& Ang. TPQ.	102. 34. 48.	——	102. 29. 48.
Log. rationis velocitatum.	0. 368210		0. 368321
Log. rat. Sinuum ang TPQ. PTQ.	0. 372912		0. 356757
	Error Posit. I. 0. 004702+.		Error posit. II. 011564—.

Cumque alter errorum est in excessu, alter in defectu, fit ut 16266 errorum summa, ad 4702, it 24 horæ ad 6^h 56′. Unde concludere licet stationem Jovis contigisse *Nov.* 9° 6ta 56′ P. M.

LECTIO

LECTIO XXVIII.

De Temporis Partibus.

PARTES Temporis omnibus notæ ſunt Dies, Horæ, Hebdomades, Menſes, & Anni. Dies Naturalis, qui à motu apparenti Solis ab oriente in occidentem definitur; eſt illud Temporis ſpatium, quod labitur, dum Sol à Meridiano, vel aliquo alio circulo horario digreſſus ad eundem revolvit; Naturalis dicitur, ut diſtinguatur ab illa vocis ſignificatione, qua Dies Nocti opponitur, & Artificialis nominatur. *Diet Naturalis.*

Non idem Diei initium omnes gentes obſervant. Babylonii diem auſpicabantur ab ortu Solis; Judæi & Athenienſes ab occaſu, quod Itali, Auſtriaci, & Bohemi nunc faciunt, & Sole Horizontem occiduum ſubeunte, horam viceſimam quartam numerant, proximam poſt Solis occaſum horam diei primam vocant. *Diem diverſæ Gentes diverſimodo inchoant.*

Qui diem ab ortu Solis incipiunt, hoc habent commodi, quod ex horarum numero, ſciant quantum temporis elapſum ſit ab ortu Solis; Qui ab occaſu diem inchoant, hoc inde utile capiunt, quod hora ſtatim oſtendit quantum temporis ad Solis diſceſſum reſtat, ut itinera alioſque labores illi proportionari poſſint. At his utriſque, hoc eſt incommodum, quod per numerationem horarum, Meridiei

mediæque noctis tempus non innoteſcit, quod non niſi ſubducto calculo illis notum fieri poteſt, nam diverſis anni tempeſtatibus, tempus Meridiei diverſa horâ numerabant. Ægyptii olim diem à media nocte inchoabant; à quibus Hipparchus hunc computandi morem in Aſtronomiam recepit, eumque ſecuti ſunt Copernicus aliique Aſtronomi, maxima tamen Aſtronomorum pars commodius duxerunt, diem à Meridie auſpicari. Sed mos incipiendi diem à media nocte, obtinet apud Brittannos, Gallos, Hiſpanos & alias pleraſque Europæ gentes.

Horæ æquales & inæquales.

Hora alia eſt æqualis alia inæqualis, Hora æqualis eſt viceſima quarta pars Diei Naturalis. Præter craſſam illam vulgi diviſionem horæ, in ſemihoras & Quadrantes, hodie communiter recepta eſt ab Aſtronomia tranſlata diviſio horæ in ſexaginta minuta prima, & uniuſcujuſque minuti primi in ſexaginta ſecunda.

Hora inæqualis eſt duodecima pars diei Artificialis; item pars duodecima noctis, dicitur etiam *Temporanea*, quod diverſis Anni Tempeſtatibus, variæ ſit quantitatis, nempe hora diurna Æſtiva longior eſt Hybernâ, & nocturna brevior. In die autem Æquinoctiali, hora diurna nocturnæ eſt æqualis; unde horæ æquales Æquinoctiales dicuntur; his horis uſi ſunt olim Judæi, Romani, hodieque Turcæ, atque ita meridies ſemper in horam diei ſextam incidebat. Dicuntur etiam hæ horæ Planetariæ, quod ſingulis his horis, Planetam quendam ex ſeptem præficere uſitatum fuit. Ita. *v. gr.* Die Solis, hora temporaria ab ortu prima,

prima, Soli tribuitur, proxima Veneri, tertia Mercurio, atque inde cæteræ ordine, Lunæ ſcil. Saturno, Jovi, Marti, inde fit, ut diei ſequentis hora ab ortu prima, Lunæ contingat, ac proinde iſti Hebdomadis diei nomen de ſuo imponat, quod idem in ſequentibus ad ſeptimanæ finem uſque continuatur.

Hebdomades.

Hebdomas eſt ſeptem dierum Syſtema; variis appellationibus Hebdomadis dies diſtinguuntur. Eccleſia Chriſtiana primum diem, Dominicum vocat, vulgus Diem Solis nominat, & ſoli noſtri temporis Phanatici Sabbathum nuncupant. Secundum Hebdomadis diem, feriam ſecundam, tertium, feriam tertiam, & ita deinceps, ſeptimum autem diem Sabbathum nominat Eccleſia. Vulgus autem nomina dierum à Romanis uſitata & à Planetis denominata indita retinet.

Menſem proprie Lunæ motus metitur.

Menſis proprie eſt ſpatium temporis, quod Luna motu ſuo metitur, in quo per Zodiacum integrum defertur, quem circulum duodecies in anno abſolvit. Eſt alius menſis huic propemodum æqualis, quem Solis motus metitur, eſtque ſpatium temporis, quo Sol unum ſignum, ſeu partem Eclipticæ duodecimam, deſcribit. Sed hi menſes Aſtronomici ſunt, à quibus differt civilis menſis, qui pro Regni alicujus aut Reipublicæ inſtituto pluribus aut paucioribus conſtat diebus.

Ægyptii olim menſem quemlibet diebus 30. conſtare volebant; dieſque illi quinque, extra quibus annus conſtabat, ultra dierum in menſibus numerum, Epagomenæ dicebantur.

Annus Astronomicus & Civili. Annus est vel Astronomicus vel Civilis. Anni Astronomici utramque speciem, scil. Tropicum & Periodicum, in Lectione XXII. definivimus. Annus civilis idem qui politicus in Republica aut Regno aliquo receptus, est quoque duplex, Lunaris, aut Solaris, prout Lunæ vel Solis motibus conformis redditur; Ille Lunaris rursus duplex, est Vagus vel Fixus. Annus Lunaris vagus constat duodecim mensibus synodics, vel duodecim Lunationibus; qui diebus 354 absolvuntur, quibus exactis Annus Civilis denuo incipit. Deficit itaque hic Annus à Solari vertente, qui tempestates reducit, diebus undecim, inde fit ut Annorum initia per omnes Anni tempestates vagentur, idque spatio 32 Annorum, ideoque Annus vagus dicitur. Hac Anni forma utuntur Turcæ & Mahumedani.

Lunaris & Solaris Vagus & Fixus.

Cum duodecim Lunationes deficiunt ab Anno Solari diebus undecim, in tribus Annis Solaribus, Lunationes 36 seu tres Anni Lunares deficerent à Solaribus 33 diebus, itaque ut retineantur menses in iisdem Anni Solaris cardinibus, Anno tertio mensis integer superadditur, quod fit quoties opus fuerit ut Anni initium in eadem Tempestate retineatur, & mensis hic superadditus *Embolimæus* seu Intercalarius dicebatur In Annis novemdecim, hujusmodi menses intercalares sunt septem, Annusque hujus formæ Lunaris Fixus nominatur. Tali anno usi sunt Græci, hosque imitati Romani, usque ad Julium Cæsarem.

Annus Solaris vagus dicitur Ægyptiacus. Annus Civilis, qui ad motum Solis ligatur, est quoque vel fixus vel vagus Vagus dicitur Ægyptia-

Ægyptiacus quo utebantur Ægyptii, & constabat diebus 365, & ab Anno Tropico fere sex horis deficit, harum horarum neglectu, fit ut quarto quolibet anno, uno die, antevertit hic annus Annum seu Periodum Solarem; adeoque quater 365. annis, hoc est annis 1460, initium ejus vagatur per singulas anni Tempestates.

Cum itaque Annus Ægyptiacus dierum 365, horis fere sex deficit à vero Anno Solari, ut Anni omnes pari passu cum Sole progrediantur, horarum excurrentium ratio necessario habenda est; sed convenit quoque, ut Anni Politici idem semper sit initium, atque ut ab initio diei is exordium capiat. Non enim incipere debet annus modo ab una diei hora, modo ab alia, quod fieri necesse erit, si singulis annis addantur sex excurrentes horæ; sed horæ illæ coacervatæ in tribus annis, additæque sex horis quarti anni diem integrum efficiunt. Hic dies quarto anno additus, illum cum motu Solis rursus congruere faciet. Hæc perspiciens Julius Cæsar, quarto cuilibet anno, diem intercalarem adjecit, qui itaque constaret diebus 366. & dies additus est mensi Februario. Et cum in anno vulgari dies Februarii 24. dicatur sextus Kalendas Martii, seu sextus ante Kalendas, statuit Cæsar ut quarto anno id dicatur bis, ita ut in illo anno, sint bini dies quarum quilibet erit sextus ante Kalendas Martii; Itaque ille Annus Bissextilis dicebatur. *Annus Julianus Fixus.* Hæc forma anni à Julio Cæsare apud Romanos Pontifice Maximo, instituta fuit, & Juliana vocabatur, cujus hæc est proprietas, ut quartus quilibet Annus sit Bissextilis dierum

366, reliqui tres communes 365 dierum.

Interim fatendum est, Tempus Anno Solari à Julio Cæsare tributum, esse nimium; nam Sol suum cursum in Ecliptica absolvit diebus 365, horis 5, min. 49, unde 11 minutis primis citius cursum redintegrat, quam incipit annus Julianus. Si itaque Sol in quodam anno, vicesimo Martii die Æquinoctium, Meridie ingrediatur; proximo anno, undecim minutis ante Meridiem ad Æquinoctialem circulum perveniet, & anno sequenti viginti duobus minutis ante Meridiem, eundem circulum attinget, atque ita singulis annis, Sol motu suo undecim minutis annum civilem antevertendo in Annis 131, integro die Annum Julianum anticipabit. Ita Æquinoctium cæleste non in eodem semper anni civi is die hærebit, sed sensim versus initium Anni feretur, regressu tam manifesto ut in dubium vocari non possit.

Hinc cum tempore Concilii *Niceni*, quando termini celebrandi Paschatis instituti fuerunt, Æquinoctium Vernale hærebat in 21 die Martii, id continuo retro labendo, tandem anno Domini 1572, quo Kalendarium correctum est, deprehensum est ad undecimum Martii diem per integros dies decem abrepsisse. Adeoque cum restituere cuperet *Gregorius* XIII. Episcopus Romanus Æquinoctium ad pristinam sedem, dies illos decem è Kalendario exemit, statuitque ut dies undecimus Martii, vicesimus primus numeretur; & ne deinceps, simili modo, sublaberentur Anni cardines, cavit ut centesimus quisque Æræ Christianæ annus communis esset, qui secundum Julium debebat esse

Annus Gregorianus.

Bissex-

Biſſextilis; at quartus quiſque centeſimus Biſſextilis maneret. Nova hæc Anni forma, ab Epiſcopo Romano *Gregorio* XIII. cujus auctoritate ſtabilita fuerat, *Gregoriana* dicta eſt, eamque receperunt Galliæ, Hiſpaniæ, Germania & Italia, Regioneſque omnes quæ Pontificis Romani auctoritatem agnoſcunt; ſed etiam in Hollandia, & exeunte ſæculo proxime elapſo, à multis Germaniæ Reformatæ populis recepta eſt; Britanniæ tamen & aliæ Septentrionales gentes Reformatæ veterem anni formam Julianam retinent.

Perſæ Formam anni Ægyptiacam etiamnum retinent, inde fit, ut Æquinoctia non in eodem anni menſe ſemper hærent, ſed per omnes menſes vagantur, & non niſi poſt peractam Annorum 1460 Periodum, initium anni in idem Solaris Anni Tempus recidit. Quod tempus *Annus Magnus Canicularis* dicebatur, ſeu *Periodus Sothiaca*, propterea, quod initium ejus ſumitur, quando in primo die menſis Thoth, ſeu primo anni die, Canis ſidus oritur Heliace. *Sothis* enim in lingua Ægyptiorum Canem ſignificat, qui Græce eſt Ἀςτρονύων, id eſt Aſtrocanis, & ab Aſtronomis Sirius dicitur. *Annus Canicularis ſeu Periodus Sothiaca.*

Non ſolum per annos, ſed per plurium annorum collectiones, tempora diſtinguebant veteres, quales fuit *Jubileum*, annorum 49 vel 50, *Sæculum* annorum 100, ſed omnium celeberrima apud Græcos habebatur *Olympias*, continens ſpatium quatuor annorum.

Sicut in cælo ſunt certa puncta, à quibus Aſtronomi in ſupputandis motibus initium capiunt; *Æra Chri.*

piunt; ita etiam ſunt certa Temporis puncta, à quibus tanquam radicibus calculi incipiunt; & Res geſtæ ſecundum ſeriem annorum qui Radicem illam ſequuntur, in Hiſtoriis diſponuntur. Hæ Radices Epochæ ſeu Æræ dicuntur; à quibus Anni & Tempora numerantur. Celeberrima & nobis maxime familiaris eſt ea, quæ à Nativitate Domini noſtri Jeſu Chriſti denominatur, quæ incipit à Kalendis Januarii, quæ Chriſti Nativitatem proxime ſequuntur.

Verum quamvis Epocha hæc ſit ex uſu vulgari ſtabilita, & ubique fere apud Chriſtianos recepta, Angli tamen & Hiberni in negotiis Eccleſiæ & Reipublicæ, Epocha Utuntur Integro anno poſteriore. Hi enim annum incipiunt, non à feſto Nativitatis Domini, ſed à Feſto Incarnationis ſeu Conceptionis, quæ octavo Kalendas Aprilis celebratur: Inde fit, ut ab Incarnatione Domini, uſque ad Feſtum Annunciationis Virginis, anni, verbi gratia, 1718, numerant Angli annos elapſos completos 1717. A Nativitate autem Domini ad Feſtum Nativitatis anni 1717, numerant tantum annos elapſos 1716, cum ſecundum reliquum Chriſtianum Orbem, tempus illud continet annos completos 1717.

In hac re, conſentientem habent Angli Dionyſium Exiguum Æræ Auctorem, ſecundum quem Chriſtus conceptus eſt VIII. Kalendas Aprilis primi anni hujus Æræ, & natus Bruma ſequente, exeunte anno 46to: à Reformatione Kalendarii per Julium Cæſarem. Hic computus fuit primo Univerſaliter receptus, at nunc tantum

tantum in Anglia locum obtinet. Nam in reliquo Orbe Christiano, ab ista Epocha tacite receſſum est; & opinio communiter recepta est, Christum natum fuisse Bruma antecedente Incarnationem Dionysiam, nempe exeunte anno Juliano 45to, atque sic Christum uno anno natu majorem faciunt quam Dionysius Æræ Auctor.

Hoc non obstante, Angli per maximam anni partem, annum eundem numero designant, cum reliquo Christiano Orbe. At in tribus fere mensibus, tempore scil. inter Kalendas Januarii, & VIII. Kalendas Aprilis, annum uno minorem ponunt, & diversum à reliquis Christianis numerant.

Celebris quoque est Epocha Mundi Conditi, de qua tamen sunt insignes Controversiæ, dum alii contendunt mundum conditum esse ante Christum natum annis 3950. Alii Christo nascente Ætatem Mundi fuisse annorum 3983. affirmant. Ecclesia Græca, & Imperatores Orientis Epocha utuntur, quæ mundum longe antiquiorem supponit, secundum enim illorum Æram, mundus conditus est annis ante Christum 5509.

Inter prophanos Auctores, antiquissima & celeberrima est Olympiadum Epocha, quæ refertur ad Æstatem anni ante Christum 777, & ipsis Kalendis Julii, in Anno Juliano retro producto.

Non multo posterior est Epocha Romæ seu Urbis Conditæ quæ duplex est, Varroniana & Capitolina, prior Urbem conditam ponit anno ante Christum 753, altera anno 752.

Æra

Æra Nabonassari Astronomis semper celebris incipit ad diem 26 Februarii anni Juliani retro producti; Annoque ante Christum 747. Cumque hic dies fuit primus anni Ægyptiaci, Ptolemæus & post illum Copernicus motus siderum per annos Ægyptiacos calculo subjiciunt. Ægyptiorum enim annus calculo Astronomico imprimis commodus est, quia nulla intercalatione perturbatus.

Sequitur Epocha obitûs *Alexandri Magni* die 12mo. Novembris. Anno ante Christum 324 qui fuit Vagi Ægyptiaci annus primus. Annos Ægyptiacos deinde computarunt Theon, Albategnius & alii. Inter Æras Nabonassari & obitûs Alexandri Magni, intercedunt anni Ægyptiaci præcise 424. Est & Æra Abyssinorum quæ & Æra Martyrum & Diocletiani nominatur. Est etiam Æra Arabum seu Turcarum quæ Hegira dicitur; à fuga Mahumedis initium capiens. Alia quoque est Persarum Epocha Jesdegird dicta, quas omnes apud Auctores videre licet. Sed præ omnibus maxime est commoda Juliana Periodus, reliquas fere omnes Epochas Gremio suo complectens. Et est Periodus annorum 7980, qui numerus multiplicatione componitur ex numeris 15, 19, 28, quorum primus est Cyclus Indictionum; Secundus est Metonicus, & tertius est Solis Cyclus. Primusque hujus Periodi annus fuit ille in quo hi tres Cycli simul incipiebant.

Subjungam Tabulam quæ primos Ærarum annos, ad annos Julianæ Periodi, vel ad annos ante vel post Christum natum reducit.

Epocha

	Anni ant Christum	Anni Jul. Periodi.
Epocha Mundi conditi juxta Græcos Imperatores.	5508	
Vulgaris Epocha Mundi conditi.	3950	765
Olympiadum initium.	776	3938
Urbis Conditæ juxta Varonem.	753	3961
Urbis Conditæ ex Capitolinis Festis.	752	3962
Æra Nabonassari	747	3967
Alexandi Magni mors.	324	4390
	An Christ	
Annus Epochæ Christianæ vulgaris.	1	4714
Diocletianæ Æræ.	284	4997
Hegira Arabum.	622	5335
Jesdagirda Persarum.	632	5345

LECTIO

LECTIO XXIX.

De Kalendario, & Cyclis seu Periodis.

KALENDARIUM est dierum in anno civili dispositio secundum proprios menses, & eorundem in Hebdomades distributio, cum Festis, diebusque Juridicis annexis. Distributio in Hebdomades, fit per literas Alphabeti septem priores A,B,C,D,E,F,G. Incipiendo à primo die Januarii, litera A ipsi apponitur, secundo B, tertio C, & ita deinceps, usque ad G, quæ diei septimo affigitur; & inde rursus incipiendo, octavo iterum apponitur A, nono B, decimo C, atque sic continuo repetita literarum serie, singuli anni dies aliquam obtinent literam in Kalendario, & ultimo die Decembris inscribitur litera A. Nam si 365. dies, dividantur per 7, proveniunt Hebdomades 52, & unus præterea supersit dies. Quod si nullus supereſſet dies, Anni omnes ab eodem septimanæ die, semper inciperent, & quilibet mensis dies in determinatum & statum hebdomadis diem semper incideret; nunc vero, quoniam in anno, præter hebdomades completas, est unus dies, factum est ut in quocunque septimanæ die, incipit annus, in eodem finitur; proximusque annus à proximo die incipit; *v. gr.* in anno communi 365. dierum

Distributio dierum Anni in Hebdomades per literas Alphabeti priores septem.

rum, ſi is incipit die Dominica, ultimus anni dies erit etiam dies Dominica. Et primus ſequentis anni dies eſt dies Lunæ.

Literæ Dominicales.

Literis hac ratione diſpoſitis in anno communi illa quæ primæ Januarii Dominicæ reſpondet, per totum illum annum Dominicas indicabit, & quibuſcunque diebus, in aliis menſibus, affigitur illa litera, dies illi omnes erunt Dominicæ; ideoque litera illa iſtius anni Dominicalis vocatur; ſic etiam quæcunque litera apponitur diei Lunæ in Januario primæ, eadem in Kalendario repetita omnes Lunæ dies per totum annum monſtrabit, atque ſic de cæteris.

Si prima Januarii dies ſit Dominica, cui reſpondet litera A, ultima, uti oſtendi, erit quoque Dominica. Adeoque annus ſequens die Lunæ incipiet, & Dominica cadet in diem ſeptimum, cui reſpondit litera G, quæ itaque erit litera Dominicalis per totum illum annum; cumque annus die Lunæ incipit, die quoque Lunæ terminabitur, & in anno ſequente prima Januarii dies fiet Martis, Primaque Dominica cadet in ſextam menſis diem, cui in Kalendario reſpondet litera F, atque eodem modo anno ſequente litera Dominicalis foret E; & hac ratione literæ Dominicales ordine ſemper retrogrado feruntur per G, F, E, D, C, B, A. In Kalendariis annuis, quæ *Almanacks* voce Arabica vocantur, litera anni Dominicalis ut facilius dignoſcatur, ſemper majuſcula pingitur. Adeoque unico intuitu totius anni Dominicas aſpicere liceat.

Si omnes anni eſſent Ægyptiaci, dierum 365, poſt exactum ſeptem annorum curriculum,

lum, iidem menſium dies ad eoſdem Hebdomadis dies redirent. Verum quoniam quartus quilibet annus eſt Biſſextilis dierum 366, in quo ultra ſeptimanas 52, ſuperſunt dies duo, ſi annus ille incipit die Dominica, in die Lunæ terminabitur, & proximus poſt hunc Biſſextilem annus, à die Martis incipiet, primaque ejuſdem anni Dominica in ſextam menſis diem cadet, cui reſpondet litera F, pro ſequentis anni Dominicali. Atque ita per annum Biſſextilem, qui ſingulis quatuor annis recurrit, interrumpitur Literarum Dominicalium ordo, qui non redit, niſi poſt abſolutos annos quater ſeptem ſeu annos 28.

Cyclus Solis. Hinc oritur Cyclus ille annorum 28, qui *Solaris* dicitur, quo completo, redeunt anni dies ad eaſdem ſeptimanæ dies; In hoc Cyclo anni omnes Biſſextiles, duas obtinent literas Dominicales, quarum prima uſque ad diem Februarii 24, aut 25 Intercalarem inſervit; altera per reliquum omne anni tempus Dominicas Indicabit. Nam in anno Biſſextili, Februarii dies viceſimus quartus, & viceſimus quintus pro eodem habentur die, & uterque eâdem literâ F inſignitur; & hinc interrumpitur literarum ordo, quo dies Hebdomadis commonſtrantur; *v. gr.* ſit litera Dominicalis initio anni E, viceſimus quartus Februarii in diem Lunæ cadet, & viceſimus quintus in diem Martis; quibus utriſque apponitur litera F; unde ſequens litera G quæ prius diem Martis indicabat, nunc ad diem Mercurii apponetur; & proxima Dominica in primam Martii diem incidet, cui in Kalendario adhæret litera D, quæ

quæ hac ratione per reliquum anni tempus, Dominicalis evadit.

Cycli Solaris primus annus est Bissextilis, cui respondent literæ Dominicales G, F. Secundi anni litera Dominicalis est E, tertii D, quarti C; Quintus Cycli annus rursus Bissextilis est cui congruunt literæ Dominicales B, A, & ita in cæteris. Laterculus sequens ostendit, quæ litera Dominicalis respondet cuivis Cycli Solaris Anno,

1	G	5	A	9	D	13	E	17	A	21	C	25	E	D
2	E	6	G	10	B	14	D	18	F	22	A	26	C	
3	D	7	F	11	A	15	C	19	E	23	G	27	B	
4	C	8	E	12	G	16	B	20	D	24	F	28	A	

Ut annus Cycli Solaris inveniatur, pro quolibet Æræ Christianæ anno; ad annum Christi currentem addantur 9, quia ab initio Cycli, ad annum Christi primum, novem anni elapsi sunt, & summam divide per 28, Quotiens ostendet numerum Cyclorum, qui absoluti fuerunt à primo Cycli Solaris anno, ante Christum ad annum illum currentem, qui restat vero numerus, est Cycli Solaris currens annus quod si nihil post divisionem restet 28 est annus Cycli.

Præter Festa stabilia, certis quibusdam anni diebus affixa, sunt & alii quoque dies Festi mutabiles, qui in diversis annis, diversis diebus contingunt, qui proinde non ex Solis, sed Lunæ motu pendent. Tale est à Deo ipso apud Judæos institutum *Paschatis Festum*, cui successit *Pascha Christianum* in memoriam Resurrectionis Domini receptum, & commemorandum. Instituit autem Deus Pascha celebrandum esse mense primo; decima quarta die

mensis,

menſis, ad Veſperam *Levit. cap.* 13. Annus autem Judæorum Lunaris fuit, & Emboliſmicis ita temperatus, ut is menſis diceretur primus, cujus decima quarta, hoc eſt Plenilunium, vel in diem Æquinoctii Vernalis caderet, vel eum proxime ſequeretur. Eccleſia Chriſtiana eandem fere regulam obſervare voluit. Vetuit tamen ne Paſcha in ipſa decima quarta celebretur, ſed die Dominica proxime inſequenti; eo quod Dominus die Dominica poſt Paſcha Judæorum, à mortuis reſurrexit.

Quâratione definitur tempus celebrandi Paſcha.

Primo itaque ad determinandum Paſchatis celebrandi tempus, conſtituendum eſt Æquinoctium, quod diei Martii 21 affixum eſſe crediderunt omnes antiqui, nec ab ea ſede unquam dimovendum; ideoque ſuum Kalendarium ad hanc ſuppoſitionem aptarunt. Deinde eum menſem primum, ſeu Paſchalem eſſe voluerunt, cujus decima quarta aut in Æquinoctium caderet, hoc eſt in diem qui 21 diem Martii, aut proxime illum ſequeretur; ſed cum menſes Judæorum Lunares fuerint, decima quarta menſis dies diem Plenilunii immediate præcedit; unde in obſervatione Paſchatis motus Lunaris ratio habenda eſt, & Novilunia & Plenilunia ſunt invenienda. Judæis Novilunia per obſervationes ſolum innotuere, hi enim obſervabant quando Luna primum è Solis radiis emergens Heliace Veſpere oriebatur, illamque diem Lunæ primam dicebant. At Eccleſia Chriſtiana per Cyclum Metonicum novemdecim annorum Lunationes computat, & ideo dictum Cyclum in Kalendario recepit, ut per illam Lunationes determinentur.

Eſt

Est autem *Cyclus Metonicus* ab inventore ejus Metone nomen deducens, qui & Cyclus Lunaris dicitur, Periodus Novemdecim Annorum, quibus absolutis Novilunia & Plenilunia Media ad eosdem mensium dies redeunt, adeo ut quibuscunque diebus Novilunia & Plenilunia hoc anno accidunt, novemdecim ab hinc annis, in eosdem dies incident, & ut existimarunt Meton & Primitivi Ecclesiæ patres in easdem dierum partes scil. horas & minuta. Adeoque tempore Concilii Niceni circa quod tempus, Paschatis celebrandi ratio determinabatur: Cycli Lunaris Numeri Kalendario adjuncti fuere, quos propter Excellentiam & Commoditatem Aureis literis inscribebant Veteres, Annumque Cycli pro quolibet anno proposito Aureum numerum vocabant.

Hac ratione Numeri Aurei diebus Kalendarii appositi fuere, vel certe apponi potuissent. Assumpto quolibet anno, pro initio Cycli, cui numerus Aureus 1 tributus est; observatis, in singulis mensibus, diebus in quibus Novilunia acciderent, eo anno è regione horum dierum apposuerunt Characterem I, & quia eo anno Novilunia accidebant Januarii 23, Februarii 21, Martii 23, Aprilis 21, Maii 21, Junii 19, & ita de cæteris, è regione horum dierum in Columna Cycli Lunaris unitas apposita est. Sequenti anno observatis Noviluniis, è regione dierum quibus acciderunt, inscripserunt veteres in Columna Numerorum Aureorum Characterem II, nempe ad 12 Januarii, 10 Februarii, 12 Martii, 10 Aprilis, & ita in aliis mensibus. Idem factum fuit Tertio Anno appositi Cha-

Charactere III, è regione dierum quibus Novilunia obſervabantur, & idem in aliis annis conſequentibus uſque dum abſolutus fuit Cyclus annorum 19. Sed numerorum diſpoſitio maxime accurata fit per Tabulas Aſtronomicas, computando pro ſingulis menſibus, ſinguliſque Lunaris Cycli annis, Novilunia media, iiſque diebus quibus ea accidere deprehenſum fuerit Cycli Characteres apponendo. Quoniam menſis Lunaris Aſtronomicus conſtat diebus 29. horis 12. min. 44 ſecund. 3. ſed vulgus qui minutias diſtinguere non poteſt, Menſes Lunares ex diebus integris componit, ita ut alternis vicibus Lunationes conſtent 30. & 29. diebus quarum hæ cavæ, illæ plenæ dicuntur, id exigente quantitate menſis Aſtronomici dierum 29, horarum 12, quia autem ſunt præterea 44. min. ſeu fere tres horæ quadrantes in ſingulis Lunationibus, intra 32. Lunationes hæc minuta collecta diem efficient, qui cavo menſi addendus eſt, & hac ratione Lunationes Kalendarii cum cæleſtibus fere convenient.

Si detur annus Cycli Lunaris, dabuntur ope Kalendarii, Noviluniorum dies per totum annum, nam in ſingulis menſibus numerus Cycli ſeu Aureus diem oſtendet in quo contingit Novilunium medium, & huic addendo dies quatuordecim, habebitur dies Plenilunii.

Veteres exiſtimabant Cyclum novemdecim annorum exacte exhaurire Lunationes 225, adeoque poſt revolutionem annorum Cycli, Novilunia non tantum ad eoſdem menſium dies, ſed etiam ad eaſdem horas redire. Quod verum non eſt. Nam in annis Julianis 19, ſunt

ſunt dies 6939, horæ 18, At ſi ſingulis Lunationibus tribuantur dies 29. horæ, 12. min. 44. ſecund. 3. ut motus Lunæ poſtulat, Lunationes 253. efficient 6939 dies, horas 16. min. 31. ſecund. 45, non igitur Lunationes 253 adæquant annos Julianos 19, ſed deficiunt una hora cum dimidia, unde Novilunia poſt annos 19. non redibunt ad eandem horam ſed una hora cum dimidia, citius accidunt, & intra annos 304. Novilunia antecedunt annum Julianum una die: Satis itaque præciſe per tres annorum Centurias numerus aureus Novilunia oſſendet, ſine errore 24. horarum ſeu unius diei. Adeoque tempore Concilii Niceni quando Cyclus Novemdecennalis Kalendario adaptatus fuit, & per aliquot annorum centurias poſt illud, ſatis rite indicabat Cyclus ille Novilunia; ſed nunc Lunationes intra 304. annos uno die continuo antecedendo, quinque fere diebus citius accidunt, quam tempore Concilii Niceni, ſeu quod idem eſt, Novilunia cæleſtia Lunationes per Cyclum Aureum computatas quinque diebus antecedunt. Sed hoc non obſtante, Eccleſia Anglicana retinet modum computandi Novilunia per numeros Aureos, ſicuti tempore Niceni Concilii in Kalendario diſpoſiti fuere; adeoque Novilunia ſic computata dicuntur *Eccleſiaſtica*, ut diſtinguantur à veris. Et Generalis perpetuaque Tabula quæ in Liturgia Anglicana habetur, pro tempore Paſchatis per hos numeros Aureos ſecundum diverſas literas Dominicales computata eſt.

Primus annus Æræ Chriſtianæ numerum Aureum habuit 2, ſeu Cyclus incepit anno ante

ante Christum natum; adeoque si ad annum Christi quemlibet currentem addatur 1, & summa per 19. dividatur, qui restat præter quotientem, erit Aureus istius anni numerus.

Ex Cyclis Solis & Lunæ in se invicem multiplicatis, conflatur tertia Periodus annorum 532, quæ Victoriana aut Dionysiana dicitur à Dionysio exiguo ejus inventore, Et est Cyclus annorum, quibus absolutis non tantum Novilunia & Plenilunia ad eosdem circiter mensium dies redeunt, sed & dies omnes mensium in eosdem septimanæ dies recedunt, adeoque literæ Dominicales & Festa Mobilia eodem ordine recurrunt. Unde dicitur hic Cyclus, Magnus Cyclus Paschalis.

Dato anno Æræ Christianæ, ut inveniatur annus Periodi Dionysianæ, ad annum currentem addatur numerus 457, & summa dividatur per 532, qui restat præter quotientem numerus erit annus Periodi quæsitus.

Alterius generis est Problema, datis Cyclorum Solis & Lunæ annis, invenire annum Periodi Dionysianæ, *v. gr.* sit Cycli Lunaris annus 17, Solaris 21, Quæritur numerus qui si per 19 dividatur, relinquentur 17, at si per 28 dividatur relinquentur 21, Qui ut inveniatur, Quærantur duo numeri, quorum unum metitur numerus 28, at si per 19 idem dividatur, relinquentur 17, alterum numerum metitur 19, at si per 28 dividatur idem numerus, relinquentur 21, nam patet horum numerorum summam proposito satisfacere.

Ad investigationem horum numerorum Analyticam; ponamus numerum primum esse

28*x*.

$28x$. Est enim multiplex numeri 28, & quoniam hic numerus divisus per 19, relinquit 17, auferatur à $28x$, numerus 17, & reliquus erit multiplex numeri 19, ideoque 19 dividet $28x-17$, sed dividit quoque 19 numerum $19x$, quare dividet differentiam numerorum scil. $9x-17$, qui itaque erit multiplex numeri 19, sit $9x-17=19n$, & erit n numerus integer & $x=\frac{19n+17}{9}$. Itaque cum x sit numerus integer, 9 dividet $19n+17$, sed 9 dividit $18n+9$, quare patet, numerum 9 dividere $n+8$, adeoque $\frac{n+8}{9}$ est numerus integer, sit ille 1, & erit $n=1$, & $x=4$, unde $28x=112=$ numero primo inveniendo.

Sit secundus numerus $19y$, est enim multiplex numeri 19, unde $\frac{19y-21}{28}$, est numerus integer, sit $19y-21=28n$, unde $y=\frac{28n+21}{19}$ quare cum 19 dividat $19n+19$, dividet etiam $9n+2$, eritque $\frac{9n+2}{19}$ numerus integer, sit ille $=p$.; unde $9n+2=19p$ & $n=\frac{19p-2}{9}$, cumque 9 dividat $18p$, dividet etiam $p-2$; adeoque $\frac{p-2}{9}$ est numerus integer vel nihil, sit $=o$, eritque $p=2$ & $n=\frac{19p-2}{9}=4$ & $19y=28n+21=133$, est itaque numerorum unus 112, & alter 133, quorum summa 245 proposito satisfacit, & quandocunque Cyclus Solis

eſt 21, & Lunæ 17, annus Periodi Dionyſianæ eſt 245.

Hoc idem Problema aliter ſolvi poteſt per duos determinatos & conſtantes multiplicatores, tales, ut unus dividi poſſit per 28 ſine reſiduo, at ſi per 19 dividatur, reſiduum ſit 1, alterum dividit ſine reſiduo numerus 19, at ſi numerus 28 eundem dividat, reſiduum ſit 1, Tales numeri itidem inveniuntur ac præcedentes, hac ſcil ratione; ſit primus numerus $28x$, alter $19y$; quare numerus 19 dividet ſine reſiduo $28x-1$, adeoque dividet quoque $9x-1$ ſit $\frac{9x-1}{19}=n$, erit $x=\frac{19n+1}{9}$, unde $\frac{n+1}{9}$ erit numerus integer, & minimus numerus qui pro n poni poteſt erit 8, ſit itaque $n=8$, fit $x=\frac{19n+1}{9}=17$, unde primus numerus $=28x$ erit 476. Sit iterum $\frac{19y-1}{28}=n$. unde $y=\frac{28n+1}{19}$ ſit $\frac{9n+1}{10}=p$, erit $n=\frac{19p-1}{9}$, & $\frac{p-1}{9}$ numerus integer, vel nihil. Sit $p-1=0$ erit $p=1$, & $n=\frac{19p-1}{9}=2$, & $19y=28n+1=57$. Numeri itaque quæſiti ſunt $=476$ & 57. Et quoniam numero 476 diviſo per 19, reſtat 1, ſi 476 per numerum quemlibet minorem quam 19 multiplicetur, & productus per 19 dividatur, reſtabit præter quotientem numerus qui 476 multiplicat. Similiter quoniam 57 diviſus per 28, reſiduum ſit 1;

ſi

si hic numerus 57 per numerum quemlibet minorem quam 28 multiplicetur, & productus per 28 dividatur, relinquetur numerus multiplicans.

Hinc elicitur Canon pro inveniendo Anno Periodi Dionysianæ qui sequitur.

Multiplicetur numerus Cycli Solaris per 57, & numerus Cycli Lunaris per 476. Productorum summa dividatur per 532, qui restat præter quotientem numerus erit annus Periodi quæsitus.

Præter Cyclos Solis & Lunæ, est & alius Cyclus qui *Indictionum* dicitur, apud Romanos receptus, qui nullam habet connexionem cum motibus cælestibus, & est annorum quindecim Revolutio, quibus expletis, rursus incipit. Frequens ejus occurrit mentio in Diplomatibus Cæsariis & Pontificiis. Anno ante Christum natum, Indictionis numerus fuit 3. Adeoque si ad annum Christi addantur 3, & summa dividatur per 15, residuum ostendet Indictionis annum.

Ex tribus Cyclis Solis Lunæ & Indictionis multiplicatione conflatur Periodus Juliana annorum 7980. Hæc Periodus incepit 764 annos ante Mundum Conditum, & nondum est absoluta, adeoque in se complectitur res omnes gestas omnemque historiam, & unus tantum est in tota Periodo annus, qui eosdem habet numeros pro tribus Cyclis ex quibus conflatur. Adeoque si Historici notassent in suis Annalibus cujusque anni Cyclos, exinde tolleretur omnis temporum ambiguitas.

Annus ante Chriſtum fuit Periodi Julianæ 4713. Adeoque ex dato anno Æræ Chriſtianæ, annus Periodi Julianæ reſpondens invenitur ei addendo 4713, & ſumma eſt annus Julianæ Periodi. E contra ab anno Periodi Julianæ auferendo 4713. reſiduum oſtendit annum Æræ Chriſtianæ.

Datis annis, Cycli Solaris, Lunaris, & Indictionis, invenire annum Periodi Julianæ. Problema hoc eodem modo ſolvitur, quo ſimilis Problematis de Periodo Dionyſiana ſolutionem dedimus, ſcil. inveniantur tres numeri tales, ut primus ſit multiplex numerorum 19 & 15, ſeu eorum producti 285, at per 28 diviſus relinquat numerum Cycli Solaris, ſecundus ſit multiplex numerorum 28 & 15, ſeu eorum producti 420, at per 19 diviſus relinquat numerum Cycli Lunaris. Tertius denique ſit multiplex numerorum 28 & 19, at per 15 diviſus relinquat numerum Cycli Indictionis. Horum numerorum ſumma ſi minor ſit 7980. erit annus Periodi Julianæ quæſitus. Quod ſi major fuerit, dividatur per 7980, & reſiduus numerus erit annus Periodi Julianæ.

Poteſt etiam Problema ſolvi per determinatos, & conſtantes tres multiplicatores, quorum primus ſit multiplex numeri 285, at per 28 diviſus relinquat 1. Secundus ſit multiplex numeri 420, at per 19 diviſus relinquat 1. Tertius ſit multiplex numeri 532, at per 15 diviſus relinquat 1. Hi numeri inveniuntur methodo in præcedente Problemate, de Periodo Dionyſiana, oſtenſa, & ſunt 4845, 4200, 6916. Quibus inventis Canon pro inveniendo anno

anno Julianæ Periodi, ex datis Cyclorum annis est qui sequitur.

Annus Cycli Solaris multiplicet numerum 4845, Cycli Lunaris annus numerum 4200, & Indictionis annus numerum 6916. Productorum summa dividatur per 7980, omisso quotiente, residuum erit annus Periodi Julianæ. Exemplum hoc anno 1718. Cyclus Solis est 19. Lunæ 9. Indictionis 11. Multiplicetur 4845 per 19, productus est 92055, & 4200 per 9, productus est 37800. Denique 6916 in 11 ductus, productus est 76076. Productorum summa est 205931, qui per 7980 divisus, residuum præter quotientem erit 6431 annus Periodi Julianæ.

LECTIO

LECTIO XXX.

Appendix. Continens Descriptionem, & usum utriusque Globi; & Problemata quædam Sphærica, calculo Trigonometrico absolvenda. Ex Nicolai Mercatoris Astronomia.

EORUM, quæ ad globos pertinent, quædam sunt utrique communia, quædam vero alterutri peculiaria. Et communium quidem alia sunt extra superficiem globi, alia vero in ipsa superficie.

Extra superficiem utriusque globi conspiciuntur.

1. *Duo Poli*, circa quos globi volvuntur, quorum alter *Arcticus*, duobus arctis sive ursis vicinis, idemque *Septentrionalis* à Septemtrionibus, id est, septem stellis plaustri majoris; alter huic oppositus *Antarcticus* appellatur.

2. *Meridianus Æneus*, cujus altera tantum facies, quæ gradibus distincta visitur, & per ipsos polos incedit, est verus Meridianus, atque hæc facies semper obvertenda est Orienti, quemadmodum polus Arcticus Aquiloni. Dividitur autem in quater 90 gradus, quorum bis 90 incipiunt numerari ab ea parte Æquinoctialis, quæ

quæ est supra Horizontem, versus utrumque polum; at reliqui bis 90 gradûs incipiunt ab utroque polo, & desinunt in Æquinoctiali sub Horizonte.

3. *Horizon ligneus*, cujus facies superior refert verum Horizontem, & dividitur in varios circulos, quorum intimus continet duodecim signa Cælestia, nominibus & characteribus suis distincta, & in gradûs tricenos distributa. Huic proxime jungitur Kalendarium Julianum pariter ac Gregorianum, utrumque in menses & dies distributum. In extima ora extat circulus ventorum sive plagarum mundi, quemadmodum hodie à naucleris appellitantur.

4. *Quadrans altitudinis*, cujus margo is, qui gradibus distinguitur, applicandus est Meridiani gradui nonagesimo utrinque ab Horizonte computando. Numerantur autem in eo gradus ab Horizonte sursum ad ipsum usque verticem sive Zenith.

5. *Circulus Horarius* divisus in bis 12 horas, quarum 12 meridiana sursum versus Zenith, at 12 nocturna deorsum versus Horizontem spectat; utraque vero faciei Meridiani Orientali & gradibus distinctæ congruere debet, ita ut polus *indicem horarium* gestans ipsum centrum occupet, atque ipse index motu diurno circumactus ostendat horas in Orientali semicirculo antemeridianas, in Occidentali pomeridianas.

6. *Pyxis nautica* pedamento imposita, cujus ope globus ad mundi plagas dirigitur.

7. *Semicirculus positionis*, cujus extremitates cardinibus Meridiei & Septentrionis affigendæ, ita

ita ut ipse semicirculus inde ab Horizonte ad Meridianum usque libere ad quemvis situm elevari possit. Atque hæc quidem extra superficiem utriusque globi visuntur.

At in ipsa superficie delineantur præterea hi circuli:

1. *Æquinoctialis*, in gradus 360 divisus, quorum numerationis initium est à sectione verna, seu principio Arietis, indeque continuantur circumcirca, donec ad idem principium revertantur.

2. *Ecliptica* divisa in signa 12, & horum quodlibet in gradus 30. Nomina & series signorum memoriâ tenenda:

♈ ♉ ♊ ♋ ♌ ♍
Sunt Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo,
♎ ♏ ♐ ♑ ♒ ♓
Libra, Scorpius, Arcitenens, Caper, Amphora, Pisces.

Eclipticam Sol motu annuo peragrat; & si spatium illi addamus in latum utrinque octo circiter graduum, efficitur *Zodiacus* à duodecim asterismis, quorum plerique animalium similitudinem quandam habent, ita dictus; atque sub hoc circulo lato Luna & cæteri Planetæ motus suos periodicos exercent.

Discernitur Ecliptica ab Æquinoctiali, quod hic quidem dum volvitur globus, eundem perpetuo situm obtinet, atque eidem puncto Meridiani & Horizontis adjunctus manet; illa vero quolibet momento situm mutat, nunc elevata, nunc humilis, nunc huic, nunc isti gradui Æquatoris vel Horizontis applicata.

3. *Tropici duo, Cancri* nimirum & *Capricorni*, qui

qui sunt limites excursuum Solis ab Æquinoctiali in Boream atque Austrum, includentes utrinque obliquam Solis viam, id est, Eclipticam. Nec inepte dici poterant *parallelorum Solis extremi.* Cum enim Sol quotidie alium atque alium Ecliptícæ gradum occupet motu suo annuo, fit ut gradus ille una cum Sole abreptus motu diurno, circulum quendam describat Æquatori parallelum, adeoque tot evadant paralleli, quot sunt dies à brevissimo ad longissimum. Quanquam Sol non moratus in eodem gradu, sed revolutionis diurnæ spatio promotus ad vicinum, non perfectum describit parallelum, sed lineam potius spiralem; attamen harum spiralium distantia cum sit exigua adeo, præsertim prope Tropicos; nihil impedit, quo minus singulæ revolutiones, maxime extremæ, hoc est, ipsi Tropici, parallelorum loco haberi possint, id quod usui quotidiano satis est, & commoditate præstat.

4. *Polares duo, Arcticus & Antarcticus* de quibus actum est in Lect. VII. & XIX. Atque hæc quidem hactenus enarrata utrique globo sunt communia, quanquam Ecliptica & semicirculus positionis proprie pertinent ad globum cœlestem tantum; adduntur tamen etiam globo terrestri, ut Phænomena, quæ motum Solis annuum sequuntur, & cuspides domorum, etiam per hunc, quando opus est, explicari possint.

Quæ vero alterutri globo peculiaria sunt, partim sunt circuli vel lineæ quædam curvæ, ut in globo cœlesti duo Coluri, & circuli latitudinis; in Terrestri Meridiani, Paralleli & Loxodromiæ,

dromiæ, partim vero sunt deformationes, in globo quidem Terrestri Terrarum & Marium, quas Geographiæ contemplandas permittimus; at in globo Cœlesti Fixarum, & qui ex his constituuntur, Asterismorum, sive constellationum, numero 48, quorum 12 occupant Zodiacum, & nominibus distinguuntur iisdem, quibus signa Ecliptica anastra, sive Dodecatemoria. Qui vero ab his vergunt ad boream Asterismi numero 21, sic appellantur:

Ursa minor, Ursa major, Draco, Cepheus, Arctophylax (Bootes) Corona Gnossia, Hercules in genibus, Lyra, Cygnus, Cassiopeia, Perseus, Andromeda, Triangulum, Auriga, Pegasus, Equiculus, Delphin, Sagitta, Aquila, Serpentarius, Serpens.

At ab eodem Zodiaco in austrum recedunt imagines numero 15:

Cetus, Eridanus, Lepus, Orion, Canis major, Canis minor, Argo navis, Hydra, Crater, Corvus, Centaurus, Lupa, Ara, Corona australis, Piscis australinus.

Præter has imagines 48 nobis conspicuas observatæ sunt aliæ circa polum australem numero 12.

Phœnix, Grus, Indus, Xiphias, Pavo, Anser, & Hydrus,
Passer, Apus, Triquetrum, Musca, Chamæ q; *leon.*

Ne quid addam de *Via Lactea*, quæ est circulus latus, candens, totum cœlum ambiens, nonnunquam duplici tramite, at plerumque simplici incedens. Hunc veterum nonnulli exhalationem quandam crediderunt in aëre suspensam; at nostrum seculum innumeram minutarum fixarum congeriem esse deprehendit. Illæ vero stellulæ, quanquam situ & magnitudine differen-

differentes, in globo exhiberi non solent, sed Telescopio solo discernuntur; ideoque de iis non est quod hoc loco ingeramus plura.

Descriptionem globorum modo expositam sequitur usus eorundem, qui licet multiplex sit, præcipue tamen, ad rem præsentem quod attinet, his fere Problematis explicari potest.

Probl. 1. *Dati in globo terrestri loci longitudinem & latitudinem invenire.* Datum locum advolve Meridiano æneo (intellige semper faciei ejus orientali, numeris distinctæ) & gradus Æquatoris, qui tum sub Meridiano reperietur, quocunque numero insignitur, est ipsa longitudo quæsita. Tum ab Æquatore computabis in Meridiano æneo ad locum usque datum gradus latitudinis, quæ erit Septentrionalis, si datus locus ab Æquatore recedat ad Septentrionem; australis autem, si ad austrum.

Probl. 2. *Datâ longitudine & latitudine; locum cui illa congruat in globo terrestri assignare.* Quære in Æquatore gradum longitudinis datæ, atque illum Meridiano æneo advolve. Tum ab Æquatore numera in Meridiano gradûs latitudinis datæ versus polum Arcticum vel Antarcticum, prout ipsa latitudo borea fuerit, vel australis; & punctum in quod desinit numeratio, est ipse locus quæsitus.

Probl. 3. *Globum utrumque ad datam latitudinem, vel elevationem poli aptare nec non quadrantem altitudinis puncto verticali applicare; denique globos ope pyxidis nauticæ ad quatuor mundi cardines disponere.* Si latitudo loci data sit borea, elevetur polus arcticus supra Horizontem; sin australis, Antarcticus: Tum à polo elevato versus Horizontem computa in Meridiano

gradûs

gradus elevationis poli datæ, & punctum, in quod definit numeratio, adjunge Horizonti, ita globus ad datam elevationem poli aptatus erit. Deinde ab Æquatore computa in Meridiano sursum gradûs latitudinis datæ (quæ semper æqualis est elevationi poli) & punctum, in quod definit numeratio, erit vertex dati loci, quod vulgo dicitur Zenith. Huic igitur puncto Meridiani quadrans altitudinis affigatur cochleolâ suâ, ita ut margo gradibus distinctus cum dicto puncto coniscet. Denique pyxis nautica pedamento globi imposita diriget acu magneticâ oculum operantis versus austri & septentrionis cardines, & manus circumducet Horizontem ligneum, donec Meridianus æneus ad parallelismum cum acu perveniat, & Meridies Horizontis lignei respiciat verum Meridiem loci; ita fiet, ut & reliqui cardines globi cardinibus mundi congruant. Curandum est præterea, ut planum, cui insistit globus, Horizonti parallelum sit, adeoque Horizon ligneus cum vero Horizonte loci consentiat.

Probl. 4. *Gradum Solis, quem tenet in Ecliptica, ope Kalendarii, & adjuncti circuli signorum, indagare; indeque locum ejus in ipsa Ecliptica assignare.* Quære in Horizonte ligneo mensem & diem datum (observato Kalendariorum, Juliani & Grægoriani, discrimine, ne alterum pro altero sequaris perperam;) tum è regione diei inventi in intimo circulo, qui est signorum, invenies gradum & signum, in quo Sol isto die versatur. Deinde in ecliptica, quæ superficiei globi inscribitur, quære primum signum modo exploratum, & in isto signo gradum

dum ipsum Solis.

Accuratius innotescere potest locus Solis, per Ephemerides pro dato anno constructas; aut per Tabulas Astronomicas calculo is eruitur.

Probl. 5. *Ascensionem rectam & declinationem Solis, vel stellæ cujusvis datæ invenire, indeque indicem horarium horæ duodecimæ aptare.* Inventum per Problema præcedens gradum Solis applica Meridiano & nota gradum Æquinoctialis, qui Meridiano subjacet, is enim est Ascensio Recta Solis quæsita. Tum ab Æquinoctiali computa in Meridiano usque ad locum Solis in Ecliptica, & numerus graduum sic inventus, est ipsa Declinatio Solis, borea vel australis, prout Sol ab Æquinoctiali recesserit versus polum Arcticum vel Antarcticum. Dum vero locus Solis Meridiano adhæret, adjunge indicem horarium horæ duodecimæ Meridianæ. Eodem modo fixæ cujusvis locum applicabis Meridiano, & gradus Æquinoctialis culminans, erit ipsius fixæ Ascensio Recta; at distantia inter eandem fixam & Æquinoctialem intercepta, est Declinatio stellæ borea vel australis.

Ex dato loco Solis, ejus Ascensionem Rectam & Declinationem, per calculum Trigonometricum, invenire docuimus in Lectione XIX. pag. 269.

Probl. 6. *Altitudinem Solis vel datæ fixæ Meridianam quadrante, vel alio instrumento idoneo rimari.*

Methodum docuimus observandi Solis vel Stellæ altitudinem, in Lect. XIX. pag. 265.

Probl. 7. *Datâ Declinatione, & altitudine Meridianâ Solis, vel fixæ cujusvis; latitudinem loci, sive elevationem poli invenire.*

Methodus inveniendi Latitudinem loci oſtenſa fuit, in Lect. XIX. pag 266, 267.

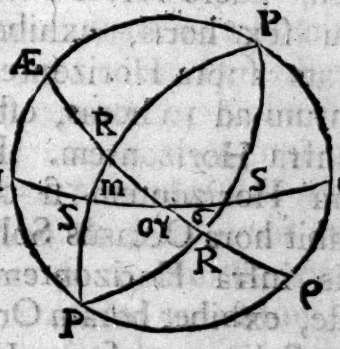
Probl. 8. *Datâ aſcenſione rectâ Solis & fixæ cujuſvis; tempus culminationis ejuſdem fixæ invenire.* Aſcenſionem Rectam Solis aufer ab Aſcenſione recta fixa (ſuffectis, ſi opus ſit, 360 gradibus;) ita reſtat arcus Æquatoris à meridie ad momentum uſque culminationis ſtellæ elapſus. Hunc arcum convertes in tempus, dividendo gradus datos per 15, nam quotus exhibebit *horas*; tum gradus à diviſione reliquos multiplicando per 4, efficies *minuta horaria*. Similiter minuta gradibus adhærentia dividas per 15, & quotus exhibebit etiamnum *minuta horaria*. Denique minuta à diviſione reliqua ſi multiplices per 4, habebis *ſecunda horaria*. Conflatum ex horis, minutis & ſecundis tempus à meridie computatum oſtendit ipſum momentum culminationis.

Probl. 9. *Dato loco Solis, vel fixæ cujuſvis; Aſcenſionem ejus, & Deſcenſionem obliquam necnon Amplitudinem ortivam & occiduam invenire.* Datum locum Solis, vel fixæ, adjunge Horizonti ortivo, & nota gradum Æquatoris, qui una aſcendit; hic enim vocatur Aſcenſio obliqua Solis, vel ſtellæ. Tum à cardine Orientis, hoc eſt, ab interſectione Æquatoris & Horizontis ad locum uſque Solis, vel fixæ arcus in Horizonte interceptus eſt amplitudo ſideris ortiva. Sin eundem locum Solis, vel ſtellæ, adjungas Horizonti occiduo; erit gradus Æquatoris una deſcendens, Deſcenſio obliqua Solis, vel ſtellæ. Et à cardine Occidentis, hoc eſt, ab interſectione alterâ Æquatoris & Horizontis ad

ſidus

sidus usque occidens, arcus in Horizonte numeratus, est Amplitudo Solis, vel stellæ occidua.

Problema hoc Trigonometrice sic expeditur. Sic HPOP Meridianus, ÆQ Æquator, HO Horizon, P Polus, S Sidus vel Sol in Horizonte cujus Declinatio est arcus S R, *o r* punctum orientis vel occidentis.



In triangulo rectangulo *o r* R S dantur R S, declinatio Solis vel Sideris, & angulus R *o r* S, quem Æquator facit cum Horizonte & est æqualis complemento Latitudinis loci, ex quibus dabitur arcus *o r* R, qui est differentia Solis vel Sideris Ascensionalis, quæ Ascensioni rectæ addita, vel ab eadem ablata, prout Sol vel stella versus Polum depressum, aut elevatum declinat dabit Ascensionem obliquam: & dabitur præterea arcus *o r* S amplitudo Solis vel Sideris. Differentia Ascensionalis quadranti addita, vel ab eodem subducta, prout stella versus Polum elevatum aut depressum declinat, dat arcum semidiurnum, qui in tempus conversus, dimidiatam moram stellæ supra Horizontem ostendet.

Probl. 10. *Datâ Ascensione Solis, vel fixæ rectâ pariter atque obliquâ; dimidiatam eorum moram supra vel infra Horizontem, nec non longitudinem diei & noctis, horam item ortûs & occasûs Solis invenire.* Dati sideris Ascensionem rectam aufer ab obliqua, vel obliquam à recta, prout hæc

vel illa major minorve extiterit; quod reſtat, eſt *Differentia Aſcenſionalis*. Hanc convertes in tempus (quemadmodum ſupra Problemate 8. docuimus) quod, declinante ſidere verſus Polum elevatum, additum ſex horis, declinante autem ſidere verſus Polum depreſſum, detractum ſex horis, exhibet dimidiatam ſideris moram ſupra Horizontem; at hujus complementum ad 12 horas, eſt dimidiata ſideris mora infra Horizontem. Dimidiata mora Solis ſupra Horizontem ſi computetur à meridie, extabit hora Occasûs Solis; at dimidiata mora Solis infra Horizontem computata à media nocte, exhibet horam Ortus Solis. Porro dimidiata Solis mora ſupra Horizontem ſi duplicetur, extat longitudo diei; & dimidiata mora infra Horizontem duplicata eſt longitudo noctis.

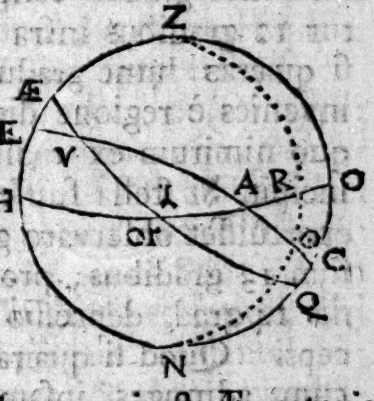
Quod ſi indicem horarium aptaveris horæ duodecimæ, cum locus Solis eſt ſub Meridiano, tum adduxeris locum Solis ad Horizontem ortivum; oſtendet index horam ortus Solis; eundem vero locum Solis ſi adduxeris ad Horizontem occiduum, oſtendet index horam occaſus Solis. Unde porro facile eſt computare longitudinem diei & noctis.

Probl. 11. *Dato tempore culminationis ſtellæ, & dimidiatâ ejus morâ ſupra Horizontem; horam ortûs & occasûs ejuſdem ſtellæ invenire.* Si momento culminationis per Problema 8. invento detrahas dimidiatam ſtellæ moram ſupra Horizontem, habebis horam ortus ſtellæ: at eidem momento culminationis, addas dimidiatam ſtellæ moram ſupra Horizontem, conflabis horam occaſus ſtellæ, computandam utrobique à meridie.

die. Quod si indicem horarium applices 12 meridianæ, cum locus Solis culminat, tum adducas stellam ad Horizontem ortivum vel occiduum; ostendet index horam ortûs vel occasûs stellæ.

Probl. 12. *Invenire gradum elipticæ, qui cum data stella oritur, vel occidit; indeque ortum & occasum stellæ Cosmicum & Achronicum patefacere.* Datam stellam adjunge Horizonti ortivo, vel occiduo, & nota gradum elipticæ, qui una oritur, vel occidit. Tum in Horizonte ligneo quære signum & gradum, quem cum stella oriri, vel occidere deprehenderas, & è regione gradus coorientis reperies in Kalendario (Juliano, vel Gregoriano) mensem & diem ortûs stellæ Cosmici. Et si quæras in eodem Horizonte ligneo gradum coorienti gradui oppositum, invenies in Kalendario mensem & diem occasûs stellæ Cosmici. At è regione gradûs cooccidentis reperies diem occasûs Achronici. Denique gradui cooccidenti gradus oppositus patefaciet diem ortûs Achronici.

Problematis solutio Trigonometrica hæc est, sit H O Horizon H Z O Meridianus, Æ Q Æquator, ♑ C Ecliptica. Punctum ♈ intersectio Æquatoris & Ecliptica, A Punctum Ecliptica quod cum data stella oritur punctumque Æquatoris simul oriens sit *or*. In triangulo ♈ *or* A datur ♈ *or* Ascensio obliqua stellæ, & angulus ♈ qui est Æquatoris



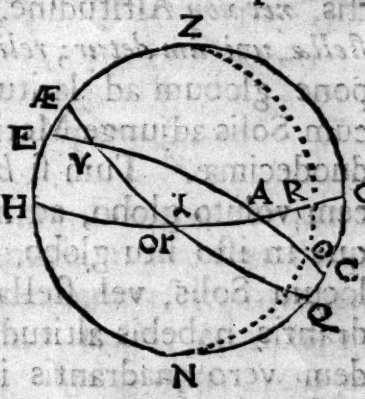
& Eclipticæ, item angulus ♈ *o r* A altitudo Æquatoris ſupra Horizontem, vel ejus complementum ad duos rectos, unde dabitur arcus Eclipticæ ♈ A, & proinde punctum A quod ſimul cum ſtella oritur; ſed per Kalendarium aut Ephemerides, datur tempus quando Sol hoc punctum occupat; unde datur tempus quando ſtella oritur Coſmice: Dabitur præterea angulus ♈ A *o r*, angulus orientis Eclipticæ. Quando Sol tenet punctum Eclipticæ puncto A oppoſitum, ſtella oritur Achronice. Simili calculo invenitur tempus occaſus Coſmici aut Achronici.

Probl. 13. *Datâ latitudine loci, & gradu eclipticæ, qui cum ſtella oritur vel occidit; ortum ejus & occaſum Heliacum definire.* Datam ſtellam adjunge Horizonti ortivo, tum quadrantem altitudinis circumduc in plaga occidentali, donec in eo gradus duodecimus (ſi ſtella ſit magnitudinis primæ) occurrat eclipticæ; tum nota gradum eclipticæ, ubi fit occurſus, is enim eſt, qui 12 gradibus elevatur ſupra Horizontem occiduum, quando ſtella oritur; ergo eodem momento gradus eclipticæ oppoſitus deprimitur 12 gradibus infra Horizontem ortivum; & ſi quæras hunc gradum in Horizonte ligneo, invenies è regione diem ortus ſtellæ Heliaci, quo nimirum ex radiis Solis mane emergere incipit. Si ſtella fuiſſet magnitudinis ſecundæ, oportuiſſet obſervare gradum eclipticæ depreſſum 13 gradibus; pro ſtella tertiæ magnitudinis 14 grad. depreſſio requiritur, & ſic deinceps. Quod ſi quæras occaſum ſtellæ Heliacum, adjunges ipſam ſtellam Horizonti occiduo, & quadrantem altitudinis circumduces in

plaga

plaga orientali, donec gradus in eo 12 vel 13 (prout ſtella fuerit magnitudinis primæ, vel ſecundæ) occurrat eclipticæ, tum gradum eclipticæ, in quo fit occurſus, notabis; nam qui huic opponitur gradus eclipticæ totidem gradibus demerſus eſt infra Horizontem occiduum, qui proinde quæſitus in Horizonte ligneo exhibet è regione diem occaſus Heliaci.

Trigonometrice ſic ſolvitur Problema. In figura præcedentis Problematis. Sit A punctum Eclipticæ quod ſimul cum ſtella oritur. Sit ☉ punctum Eclipticæ quod tantum ab Horizonte diſtat, quantum eſt arcus viſionis pro ortu ſtellæ Heliaco. In triangulo rectangulo AR ☉ datur angulus RA ☉, æqualis angulo orientis Eclipticæ, & arcus R ☉, ex quibus invenietur arcus A ☉, qui additus arcui ♈A dat arcum ♈☉, & punctum Eclipticæ ☉, quod Sol tenet quando ſtella oritur Heliace. Similiter occaſus ejus Heliacus reperietur.



Probl. 14. *Datâ latitudine loci, & loco Solis; initium & finem crepuſculi matutini & veſpertini invenire.* Compoſito globo ad latitudinem loci datam, per Probl. 3. & aptato indice horario horæ duodecimæ, quando locus Solis eſt in Meridiano; tum adducto gradu eclipticæ, qui loco Solis opponitur, ad plagam occidentalem; unâ manu volves globum, & altera circumduces quadrantem altitudinis, donec oppoſitus

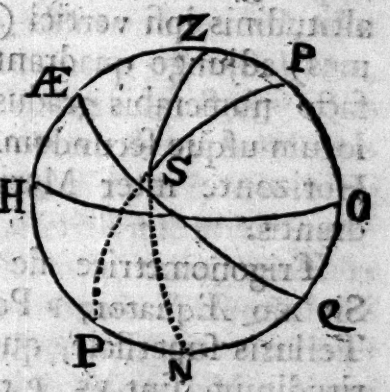
Soli gradus occurrat gradui quadrantis 18; & ostendet index horam initii crepusculi matutini. Sin gradum Soli oppositum adducas ad plagam orientalem, eumque ibi facias occurrere gradui quadrantis 18; ostendet index horam, qua crepusculum vespertinum definit.

Trigonometrica Problematis solutio extat in Lectione XX. pag. 288.

Probl. 15. *Datâ latitudine loci, & loco Solis, si præterea ex his tribus, nimirum* horâ diei vel noctis, *nec non* Altitudine, & Azimutho *Solis vel stellæ, unicum detur; reliqua duo invenire.* Compone globum ad latitudinem loci datam; locum Solis adjunge Meridiano, & indicem horæ duodecimæ. Tum si *hora* detur, adduc indicem voluto globo, ad horam datam, firmatoque in isto situ globo, adduc quadrantem ad locum Solis, vel stellæ; & in margine quadrantis habebis altitudinem quæsitam, ad pedem vero quadrantis in Horizonte apparebit Azimuthus Solis, vel stellæ, numerandus ab intersectione Meridiani & Horizontis (australi vel septentrionali) ad ipsum usque quadrantis pedem. Sin *altitudo* detur, unâ manu volves globum, alterâ circumduces quadrantem, donec locus Solis vel stellæ occurrat dato gradui altitudinis in quadrante: tum index ostendet horam, & pes quadrantis Azimuthum. Dato vero *Azimutho*, adjunge pedem quadrantis ipsi Azimutho dato, & volve globum, donec locus Solis vel stellæ appellat ad marginem quadrantis gradibus distinctum; ostendet Sol ipse vel stella altitudinem suam in quadrante, & index horam.

Proble-

Problema per Trigonometriam sic conficitur. Sit ut prius HO Horizon, HPO Meridianus, ÆQ Æquator, Z vertex loci, P Polus, S Stella, cujus distantia à vertice est SZ, & declinatio SP; Quoniam dentur Solis & Stellæ Ascensiones Rectæ, dabitur eorum differentia, quæ in tempus conversa dabit tempus Culminationis Stellæ. Et arcus qui metitur angulum ÆPS in tempus conversus ostendet horam noctis; jam in triangulo ZPS, ex datis ZP, distantia verticis à Polo, & PS stellæ declinatio, si præterea detur angulus P qui ex data hora innotescit; Invenietur angulus Z Azimuthus stellæ, & arcus ZS ejus distantia à vertice. Vel si detur arcus ZS complementum altitudinis, dabitur angulus P ac proinde hora noctis, & angulus PZS stellæ Azimuthus, vel si detur stellæ Azimuthus PZS, invenietur angulus ZPS qui horam noctis dabit, & arcus ZS, cujus complementum est altitudo fixæ.

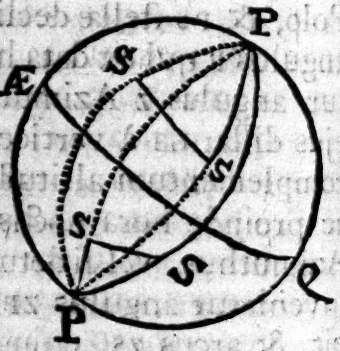


Eadem ratione, ex datis altitudine Solis, ex observatione capta, & ejus declinatione, quæ ex tempore per Tabulas innotescet, invenietur angulus ÆPS qui in tempus conversus horam diei ostendet.

Probl. 16. *Datorum in globo terrestri duorum locorum distantiam & angulum positionis invenire.* Vocemus docendi gratiâ, unum datorum locorum

corum *primum*, & alterum *secundum*. Exploratâ per Probl. 1. loci primi latitudine, compone globum terrestrem ad eam latitudinem, & ipsum locum primum advolve Meridiano, firmatoque globo in isto situ, & aptato quadrante altitudinis ipsi vertici (ubi tunc erit locus primus) adjunge quadrantem loco secundo. Quo facto numerabis gradus *distantiæ* à vertice ad locum usque secundum, & *angulum positionis* in Horizonte inter Meridianum & pedem quadrantis.

Trigonometrice sic expeditur Problema. Sit ÆQ Æquator, P Polus, S & *s* duo loca in Telluris superficie, quorum complementa Latitudinum sint PS, P*s* data; & quoniam locorum Longitudines dantur, dabitur Longitudinum differentia, scil. angulus SP*s*, unde in triangulo S*s*P quia dantur latera SP *s*P, cum angulo SP*s*, invenietur S*s*, distantia locorum. Quæ in milliaria convertitur, computando pro singulis gradibus, milliaria 60. Invenientur quoque, anguli PS*s* & P*s*S, qui sunt positionum anguli.



Similiter in cælo si dantur declinationes, & Ascensiones Rectæ duarum fixarum, dabitur earundem distantia, vel si earum Longitudines & Latitudines sint notæ, innotescet quoque earundem distantia.

Probl.

Probl. 17. *Dato tempore & loco; Thema cœli erigere.* Compoſito globo cæleſti (vel ſi hic abſit, terreſtri) ad dati loci latitudinem, inveſtigatum locum Solis dato tempori congruentem adjunge Meridiano, & indicem horæ duodecimæ; tum volve globum, donec index oſtendat horam datam: vel ſi accuratius operari libeat, inventæ per Probl. 5. Aſcenſioni Rectæ Solis adjice gradus, quot competunt horis & minutis à meridie elapſis, computando pro qualibet hora gradus 15, & pro quaternis minutis horariis gradus ſingulos; abjectis, ſi ſit opus, gradibus 360; ita conflabis Aſcenſionem Rectam Medii Cœli, ſive gradum Æquinoctialis dato temporis momento culminantem, ideoque ſub Meridiano collocandum. Tum ſemicirculi poſitionis extremitates cardinibus Meridiei & Septentrionis affige. Mox à gradu Æquatoris culminante computa in ipſo Æquinoctiali verſus orientem gradus 30, & per ipſum 30 gradum traduc ſemicirculum poſitionis, & obſerva gradum, quo is ſecat eclipticam, is enim eſt cuſpis domus *undecimæ*, quam adnotabis in charta. Rurſus admove ſemicirculum poſitionis gradui Æquinoctialis, inde à culminante gradu ſexageſimo, & nota gradum, quo ſecatur ecliptica, ita acquires cuſpidem domus *duodecimæ*, notandam ſimiliter in charta. Deinde transfer ſemicirculum poſitionis ad plagam occidentalem, & à gradu Æquatoris culminante computa verſus occidentem gradus 30, & pro punctum Æquatoris, ubi deſinit numeratio, trajice ſemicirculum poſitionis, qui quo loco ſecat eclipticam, oſtendit cuſpidem domûs *nonæ*. Denique per gradum

gradum Æquatoris inde à Meridiano 60 trajectus semicirculus positionis ostendit in ecliptica cuspidem domûs *octavæ*. Ipse vero Meridianus secat eclipticam in cuspide decimæ, at Horizon ortivus quo loco secat eclipticam, exhibet cuspidem *primæ*, quæ *ascendens* vocatur, & *Horoscopus*; occiduus vero Horizon prodit in eadem ecliptica cuspidem *septimæ*, quæ quemadmodum è diametro opponitur primæ, ita & octavæ opponitur *secunda*, & nonæ *tertia*, & undecimæ *quinta*, & duodecimæ *sexta*.

Probl. 18. *Erecti thematis punctum quodvis ad punctum quodvis dirigere.* Si Planetæ & aspectui cuivis locum suum assignes in Zodiaco secundum longitudinem & latitudinem, & eligas Planetam quemvis vel gradum ecliptica, quem dirigere velis, vocabis hunc, docendi gratiâ, *locum primum*; & locum ad quem istum primum dirigere est animus, vocabis *secundum*. Tum per locum primum, (qui & *Significator* dici solet) trajicito semicirculum positionis, & quo loco is secat Æquinoctialem, eum gradum diligenter notato. Retento autem semicirculo positionis in isto situ, volve globum versus occidentem, donec locus secundus appellat ad semicirculum positionis, & tum vicissim observa gradum Æquinoctialis, qui illi subjacet. Auferg radum prius notatum à posteriori (suffectis, si opus sit, 360;) quod restat, est *arcus directionis* quæsitus.

INDEX

INDEX

Rerum & Terminorum,

qui in hoc Opere explicantur.

A

Absides, *vide* Apsides.
Achronicus ortus. 264
Æquatio Quid? 359
Æquatio Temporis. 408
Æquationes Temporis maximæ. 413, 418
Æquator seu Æquinoctialis. 66, 248
Æquatoris Secundarii. 77, 249
Æquinoctia. 351
Alexandri mors, Æra. 473
Almicantarath circuli. 253
Altitudo Poli. 256, 267
——Stellæ. 8, 254
Altitudo Coni Umbrosæ Terræ. 135
——Lunæ. *ibid.*
Amphiscii. 252
Amplitudo ortiva vel occidua. 254
Amplitudo Mundana. 44
Anastra signa. 85
Andromeda. 53
Angulorum mensuræ. 4
——modus observandi. 6
Angulus sub quo Sol ex distantia fixarum videtur. 39
Angulus Commutationis. 437
——Æquatoris & Ecliptiæ. 249
——Ecliptiæ & Meridiani. 269
——Ecliptiæ & Horizontis. 348
——Ecliptiæ & Verticalis, seu Angulus Parallacticus. 348
Annulus Saturni. 29
Annus Ægyptiacus. 466
Anomalisticus. 354
Annus Astronomicus. 466
——Civilis. *ib.*
——Gregorianus. 468
——Julianus. 467
Annus Magnus Canicularis. 469
——Lunaris Vagus aut Fixus. 466
Annus Magnus. 85
——Solaris Tropicus. 353
Anomalia Excentri. 373
——Media 92
——Vera seu coæquata. *ibid.*
Anser. 53
Antarcticus circulus. 73, 249
in Antecedentia motus. 84
Antinous. 53
Antipodes. 251
Antæci. *ibid.*
Aphelion. 90
Apogeon. 109
Apogei motus. 111
Apparentes Diametri. 8
Apparens Solis Diameter. 86, 360
Apparentes Umbræ & Penumbræ Diametri. 139, 142, 143
Apparitio. 264
Apparitionis perpetuæ circulus. 261
Apsides & linea Apsidum. 90

Apus. 53
Aquarius. *ibid.*
Aquila. *ibid.*
Ara. 53
Arcticus circulus. 249
Arearum descriptio æquabilis. 91, 263.
Argo Navis. 53
Argumentum Latitudinis. 437
Aries. 52
Aristarchi Problema de distantia Solis. 340
Ascensio Recta. 249
Ascensio obliqua. 261
Ascensionalis differntia. *ib.*
Ascii. 252
Aspectus Quadratus. 100
Astronomicæ Tabulæ. 436
Asterismi. 51
Atmosphæræ Beneficia. 277
——Altitudo. 279
——Crepusculorum causa. 278
——Refractio. 289
Axis Ecliptic. 77, 81
——Terræ. 68
——ejus Parallelismus. 69
Azimuthus. 254
Azimuthales circuli. 253

B

Berenices Comæ. 53
Bootes. *ibid.*
Boreale Hemisphærium. 248
Bulialdi Correctio Hypothesis Wardi. 393

C

Cælum non est Fluidum. 242
Cæli materia corruptibilis. 58
Cæli Regiones. 52
Calor quare non maximus cum Sol Tropicum Æstivum tenet. 93, 94.
Calculus loci Geocentrici Planetæ. 437
Cancer. 52
Canis. 53
Capricornus. 52
Caput & Cauda Draconis. 108
Cassiopeia. 52
Caudæ Cometarum. 243
Circulus Æquinoctialis 248
——Apparitionis perpetuæ 241
——Antarcticus. 249
——Arcticus. *ibid.*
——Azimuthalis. 253
——Crepusculoaum Finitor. 282
——Declinationis. 250
Circuli divisio in gradus. 5
CirculusEcliptic. 64, 246
——Excentricus. 87, 356
——Horarius. 256
——Horizon. 8, 67, 253
——Latitudinis. 198, 274
——Lucis & Umbræ Terminator. 68.
——Maximus in Sphæra. 246
——Meridianus. 250
——Minor in Sphæra. 246
——Occultationis perpetuæ. 261
Circuli Polares. 249
——Tropici. *ibid.*
Circulus Verticalis primarius. 253
——Visionis. 99
Climata. 263
Colurus Æquinoctiorum. 250
——Solstitiorum. 83, 250
Comæ Berenices. 52
Cometæ Planetarum genus. 227
Cometarum Caudæ. 243
——Cursus in cælo. 235
——Motus. *ibid.*
——Orbitæ seu semitæ veræ. 237
——Parallaxes. 231
Cometæ motibus suis vacuum dari demonstrant. 242
Commutatio. 437
Conjunctio Lunæ cum Sole. 100
Coni Umbrosi Altitudo. 135
——Angulus. 173
Copernici Vaticinium. 194
Cosmicus ortus. 264
Crater. 52
Crepusculum Quid? 278
——Brevissimum. 285
——Durationes diversæ. 284
Crepusculi Initium & finis. 288

Colmi-

Culminatio Quid? 254
Cyclus Lunæ. 479
——Solis. 476
——Indictionim. 485

D

Declinatio Quid? 250
Delinatio Solis qua ratione observatur. 268
Delineatio Phasium Lunarium. 102.
Diametri Apparentes. 8
——Fixarum. 46
Diameter Solis apparens. 80
——Umbræ Lunaris. 135
——Umbræ Terrestris. *ibid.*
——Penumbræ. 143
Dichotomia Lunæ. 100
Dies quotuplex. 463
Dies noctibus longiores augent calorem. 93
Dierum Inæqualitas. 405
Dies Longissimi & Brevissimi 418.
Differentia Ascensionalis. 261
Discus Telluris. 147
Distantia Solis à Terra quibus modis investigatur. 316
Distantia media. 90
Distantiarum Proportiones Harmonicæ. 36
Diurnus motus Solis. 355
Diurnus medius motus. 407
Dodecatemoriæ. 62, 246
Dominicalis litera. 475
Dorado. 52
Draco. *ibid.*
Draconis Caput & Cauda. 108

E

Eclipsium Doctrina. 119
Eclipses Lunæ quando; 121, 141
——Solis. 121, 135
Eclipses totales & partiales. 122
——Centrales. 129
——Annulares. 136
Eclipsis Terræ. 126
Ecliptici Termini. 141, 152
Ecliptica. 64, 246
Eclipticæ Secundarii. 247
——Obliquitas. 248
——Axis & Poli. 77, 81
Elevatio Poli Latitudini loci æqualis. 256
Ellipseos Descriptio. 89
——Foci seu Umbilici. 90
Ellipticæ Planetarum orbitæ. 89
Ellipticæ Areæ divisio. 371
Elongatio à Sole. 101
Embolimæus. 466
Epocha Quid? 470
Equulus. 52
Eridanus. 52
Excentricus circulus. 87
Excentricitas. 99
Excentricitatum investigatio in orbitis Planetarum. 432
Excentricitas Lunæ mutabilis. 111.

F

Festa Mobilia. 477
Fixæ stellæ corpora ignea. 42
Fixarum Ascensiones Rectæ. 270
——Catalogi. 54
——Classes. 50
——Diametri Apparentes. 40
——Distantiæ. 39, 80
——Latitudines. 247
——Longitudines. *ibid.*
——Longitudines continuo crescunt. 275
——Magnitudo. 40
——Numerus. 54
——Ortus & Occasus. 264
——Refractio. 289
Fixæ sunt Soles. 38
Foci seu Umbilici. 90

G

Gallaxia. 53
Gemini. 52
Globi utriusque Descriptio & Usus. 488
Geocentricus locus. 437
Gradus. 5
Grus. 52
Gyratio Terræ circa Axem. 65

H

Harmonia inter Planetarum à Sole distantias & eorum tempora Periodica. 36,439
Hegeira Æra. 472
Heliocentrica Latitudo. 199,209
Hebdomas. 465
Heliacus ortus & occasus. 264
Hipparchus primus fixarum fecit Catalogum. 54
Hipparchi Problema pro Parallaxi Solis. 316
Horæ æquales & inæquales. 464
Horæ Temporaneæ & Planetariæ. *ibid.*
Horarii circuli. 256
Horizon. 8
——Sensibilis. 67,253
——& Rationalis. *ibid.*
Horizontis Poli. *ibid.*

I

Jesdagirda Æra. 473
Imagines Veterum. 52
Inæqualitas Optica. 13
Inæqualitates Lunæ. 111
Inclinatio orbitæ Planetæ ad Eclipticam. 425
Indictio. 485
Informes Stellæ. 53
Julianus Annus. 467
Jupiter Planeta. 185
Jovis Satellites. 219
——Maculæ. 48
——Rotatio circa Axem. 48
——Falciæ. *ibid.*

K

Kalendarium. 473
Kepleri Theoria. 363
Kepleri Problema de Sectione Ellipseos. 371

L

Latitudo. 77, 108, 247
Latitudo Geographica. 251
Latitudinis Inventio. 266
Latitudo Geocentrica. 199
——Heliocentrica. *ibid.*
Leo. 51
Libra. *ibid.*
Limites. 198
Linea Apsidum. 90
Linea Meridiana. 267
Linea Nodorum. 105, 424
Litera Dominicalis. 475
Locus Stellæ ad Eclipticam reductus. 247
Locus Geocentricus. 437
Loci situs in disco Telluris. 165
Loci Longitudo. 77, 250
Longitudinum locorum investigatio. 175, 224
Longitudo Stellæ. 247
Longitudines Fixarum quomodo inveniuntur. 274
Lucis motus demonstratur. 223
Luna Terræ Assecla. 96
Lunæ Apogeon & Perigeon. 109
——Elongatio à Sole. 101
——Facies. 117
——Maculæ. *ibid.*
——Montes & ingentes Cavernæ. 216
Lunæ Phases. 97
Lunæ Illustratio à Sole ejusque Quantitas. 102
Lunæ Lucula. 104
——Lux in Eclipsibus totalibus. 184
Lunæ Libratio. 112
——Motus circa Axem. *ibid*
——Motus ab occidente in orientem. 97
——Motus Diurnus. 106
Lunarium motuum inæqualitates. 109
Lunæ Nodi. 105
——Eclipses. 120
——à Terra distantia. 137
——Parallaxis. 177, 315, 345
——Variatio. 110
Lunaris Umbræ diameter. 142
——Altitudo. 135
Lupus. 52
Lyra. *ibid.*

M

Maculæ Jovis. 48
——Lunares. 117
——Solares. 44
Magnitudo Planetarum. 442
Mars Planeta. 24,183
Martis Parallaxis Solari duplo major. 345
Materia cæli corruptibilis. 58
Mercurius Planeta. 24,185
Medium cæli. 254
Media diſtantia. 92
Menſis. 465
Menſis Synodicus & Periodicus. 104
Menſis Embolimæus. 466
Mercurius Planeta. 29,185
Meridianus circulus. 250
Meridianus Univerſalis. 149,255
Meridianæ Lineæ inventio. 267
Meridianorum differentiæ. 224
Metonicus cyclus. 479
Motus Apogei. 111
Motus apparens quomodo oculis percipitur. 3
Motus Apparens Solis. 64
Motus æquales quare inæquales videntur. 11
Motus Cometarum. 234
Motus Globi in navi cadentis. 16
Motus Lucis. 222
Motus in Longitudinem. 92
Motus medius. 92,369
Motus Nodorum Retrogradus. 108.
Motus Planetarum circa Axes. 48
Motus Progreſſivus. 202
Motuum Radices ſeu Epochæ. 434
Motus Regreſſivus. 203

N

Nabonaſſari Æra. 472
Nadir 253
Neomenia. 100
Nodi & Nodorum Linea. 105,197
Nodorum motus Retrogradus. 108
Nonageſimus Eclipticæ Gradus. 254.
Novilunium. 100

O

Obitus Alexandri Magni Æra. 472
Obliquitas Eclipticæ. 249
Obliqua Aſcenſio. 261
Occaſus ſiderum. 264
Occultatio. *ibid.*
Olympiadum Æra. 471
Ophiuchus ſive Serpentarius. 52
Oppoſitio. 100
Orbis Annui Parallaxis. 215
Orbis Conditi Æra. 471
Orion. 52
Orthographica Projectio. 147
Ortus & Occaſus Siderum. 264

P

Paralleli circuli. 246
Paralleli & Climata. 263
Parallelifmus Axis Telluris. 69,80
Parallaxis. 297
Parallaxis Lunæ. 139, 177, 315, 347.
Parallaxis Altitudinis. 302
——Latitudinis. *ibid.*
——Longitudinis. *ibid.*
Parallaxis orbis Annui. 217
Parallaxis Solis. 316
——Pavo. 52
——Pegus. *ibid.*
Penumbra. 132
Penumbræ dimenſio. 134
Phenix. 52
Periœci. 251
Perigeon. 109
Perihelion. 90
Periodi Planetarum. 439
Periodus Dionyſiana. 482
Periodus Juliana. 484
Periodus Sothiaca. 469
Periſcii. 252
Perſeus. 52.
Piſcis. *ibid.*
Phaſes Lunæ. 97

Phaſes Veneris. 193
Planetæ Corpora Opaca Sphærica. 26
Planetarum ordo. 25
Planetas Solem circumire demonſtratur. 31
Planetæ Inferiores. 185
——Superiores. 205
Planeta quando directus & velox. 214
——Quando Stationarius. *ibid.*
Planetarum Retrogradationes. 217.
Planetarum diſtantiæ quam proportionem obtinent ad Periodos. 36,439
Planetarum motus Apparentes inæquales 122
Planetæ Secundarii, 27,219
Plenilunium. 99
Polus Eclipticæ, 77
—— Horizontis. 253
——Mundi. 81
Polares Circuli. 73,249
Præceſſio Æquinoctiorum. 84
Problematis Keplerì ſolutio. 371
Projectio Orthographica. 147
Projectio Umbræ in Diſcum Telluris. *ibid.*
Proſthapheresis. 359
Puncta Solſtitialia & Æquinoctialia regrediuntur. 83

Q

Quadratura. 100
Quantitas Anni. 354

R

Radix ſeu Epocha. 434,470
Reductio ad Eclipticam. 247
Refractio. 288
Refractionis varii effectus. *ibid.*
Refractio Atmoſphæræ. 291
——Ejus inveſtigatio. *ibid.*
Retrogradatio Planetarum. 203, 214.

S

Sagitta. 52
Sagittarius. *ibid.*
Saturnus Planeta. 28,185
Saturni Annulus. 29,440
Saturni Satellites. 28
Scorpio. 52
Selenographia. 118
Sol noſtri Syſtematis centrum. 62
Solis Apparens motus. 64
——Apparens motus inæquabilis obſervatur. 354
Solis Aſcenſio Recta Declinatio Longitudo ex quibus datis inveniuntur. 269
Sol circa Axem rotatur. 45
Solis Axis Inclinatur ad Ecliptiam. 47
Solis Maculæ. *ibid.*
Solſtitia. 250,351
Spectator eſt in centro proſpectus proprii. 23
Sphæra Recta. 259
——Obliqua. 260
——Parallela. 262
Stationes Planetarum. 203,214
Stellæ fixæ ſunt Soles. 38
Stellarum ordo. 50
Stellæ quæ periodice apparent & evaneſcunt. 59
Stellæ novæ. *ibid.*
Stellarum Catalogi. 56
Stellæ Informes. 53

T

Tabulæ Aſtronomicæ. 434
Taurus. 52
Tellus circa Solem movetur & circa Axem. 35,62
Telluris Poli. 66
Teleſcopii Beneficia. 10
Temporis partes. 144
Temporis Æquatio. 401
Tempora Periodica. 439
Termini Ecliptici. 141,152
Theoria motus Telluris. 350
Theoria motus Planetarum. 421

Triangulum. 52
Tropicus Cancri & Capricorni. 73, 249.

V

Venus Planeta. 24,192
Venus in Sole visa. 33,194
Veneris Phases. 193
——Fulgor. 197
Veneris à Sole digressio maxima. 188
Venus quando maxime lucida. 196
Via Lactea. 53
Via Lunæ à Sole. 144
Virgo 52
Visio quomodo fit. 3
Umbilici seu Foci. 90
Umbra Corporis. 119
Umbræ Terræ Altitudo. 135
Umbrosi Coni Angulus. 130
Umbræ Lunaris Altitudo. 135
——Diameter. 139
Urbis Conditæ Æra. 471
Ursæ duæ. 52
Verticalis Primarius. 253
Vortices in cælo nulli sunt. 241

X

Xyphias. 52

Z

Zenith. 253
Zodiacus. 247
Zodiaci Latitudo. *ibid.*
Zonæ quæ & quot. 252

FINIS.

MVSEVM
BRITAN
NICVM

FINIS.